

ORSTOM - BRÉSIL



TRENTE ANS
DE COOPÉRATION
SCIENTIFIQUE



ORSTOM
Éditions

Jean-Claude LEPRUN
Coordinateur

ORSTOM - BRÉSIL

TRENTE ANS DE COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

Jean-Claude LEPRUN
Coordinateur

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
PARIS 1994

*Dessin de couverture : projet de Jean-Claude LEPRUN
Maquettes et réalisation : Marie-Agnès Bray*

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

PRÉFACE

ORSTOM - BRÉSIL, TRENTÉ ANS DE COOPÉRATION SCIENTIFIQUE

Cet ouvrage est le fruit de l'initiative personnelle, tenace et passionnée de Jean-Claude LEPRUN, pédologue, directeur de recherche de l'ORSTOM, qui pendant quatorze années a construit une coopération exemplaire avec les principaux centres scientifiques et techniques du Brésil.

L'idée lui en est venue à la fin de la première mission que Michel LEVALLOIS, Président du Conseil d'Administration de l'ORSTOM et moi-même, nous fîmes au Brésil en décembre 1990. Jean-Claude LEPRUN était alors, depuis près de trois ans, le représentant de l'ORSTOM et du CIRAD au Brésil et pendant dix jours, dont pas une minute ne fut perdue, il nous fit visiter la plupart des implantations de l'ORSTOM dans ce véritable sous-continent. Avec lui nous avons rencontré et écouté les trente-cinq chercheurs de l'ORSTOM affectés de manière permanente en une vingtaine d'implantations, avec lui nous avons dialogué avec leurs principaux partenaires et avec les responsables brésiliens de cette forte, durable et multiforme coopération.

Nous avons tout d'abord assisté à la naissance d'un « assentamento », originale construction communautaire d'habitations populaires à la périphérie du grand São Paulo où se conjuguait le dynamisme spontané d'immigrants et les efforts de scientifiques brésiliens et français. Puis nous avons réuni nos équipes et nos partenaires à l'Université de São Paulo, l'USP, la plus ancienne et la plus grande université d'Amérique Latine.

Quelques heures d'avion et nous découvrons Manaus et la majesté du fleuve mythique, là où, à l'image du Brésil, confluent et se mélangent les eaux blanches et les eaux noires qui forment l'Amazone. La diversité et la complexité écologiques de la plus grande forêt tropicale humide du monde constituaient alors les thèmes des deux importants projets de recherche de nos chercheurs et de nos partenaires de l'INPA. A moins de dix-huit mois de la Conférence mondiale de la CNUED, l'Amazonie était alors au centre d'un débat national brésilien et international que nous allions retrouver en juin 1992 à Rio de Janeiro.

Nous fîmes ensuite connaissance avec le nord-est semi-aride et avec la vitalité insoupçonnée de sa « caatinga », cette forêt épineuse basse et sèche qui enserre le centre de l'EMBRAPA au nord de Petrolina.

Puis ce fut Récife et le Nordeste littoral humide, la rencontre avec nos plus anciens partenaires et l'examen de l'imposant travail hydrologique réalisé depuis 1961 avec la SUDENE.

Et enfin, Rio de Janeiro nous présente sa beauté extrême et ses non moins extrêmes problèmes, dont la récupération de ses lagunes littorales fortement polluées, projet où nous étions engagés avec l'UPF de Niteroi.

Jean-Claude LEPRUN avait à coeur de nous faire découvrir ce pays qu'il aime et les multiples aspects de la coopération que l'ORSTOM entretient depuis près de trente années avec le Brésil. Connaissant intimement l'abondance et la richesse des travaux réalisés pendant tout ce temps par près de deux cents chercheurs, ingénieurs et techniciens en affectation ou en missions de longue durée, avec des équipes brésiliennes dix à vingt fois plus nombreuses, il était soucieux de restituer ce savoir à la communauté scientifique française.

D'où cette idée de récapituler, de manière synthétique mais rigoureuse et documentée, l'ensemble des travaux de l'ORSTOM au Brésil. Idée extrêmement ambitieuse à laquelle néanmoins le Président LEVALLOIS et moi-même avons immédiatement souscrit, connaissant la passion de Jean-Claude LEPRUN, sa très grande culture scientifique et sa fidélité aux engagements pris.

Son expérience le désignait à l'évidence pour rendre compte de cette fructueuse coopération scientifique franco-brésilienne. Il avait oeuvré successivement à Récife, à Rio de Janeiro et à Brasilia, avec la SUDENE, l'EMBRAPA et le CNPq, nos trois principaux partenaires brésiliens. Nommé représentant de l'ORSTOM après le décès accidentel de son collègue Alain PERRAUD au début de 1988, il a donc vécu personnellement la seconde moitié de ces trente années de coopération scientifique. Il pouvait donc, non sans quelque témérité, entreprendre la rédaction de cet ouvrage quasiment exhaustif sur les activités de notre Institut au Brésil. Il nous conte dans la présentation de cet ouvrage, comment il a été conduit à penser puis à mettre en chantier cette synthèse.

Il faut souligner qu'il s'agit d'une synthèse scientifique et non d'une histoire anecdotique et encore moins d'une simple énumération de programmes. Problématiques et résultats, enjeux et difficultés sont présentés avec clarté et concision. Immense travail de vulgarisation profondément intelligente auquel Jean-Claude LEPRUN s'est consacré pendant dix-huit mois. Ses qualités humaines et scientifiques lui ont permis de mobiliser pleinement ses nombreux collègues et amis, mais son intelligence et son expérience ont fait de ce difficile travail de coordination une oeuvre originale.

Cet exercice pionnier aura sans aucun doute, outre le mérite très substantiel de valoriser travaux et résultats de nos équipes et de leurs partenaires, celui de permettre, après analyse, une réflexion prospective sur les thèmes, les modalités, les atouts et les lacunes de notre coopération au Brésil.

Pour cette oeuvre précieuse et généreuse, réalisée avec obstination et abnégation et menée à bien dans les temps, puisqu'elle sera présentée au cours de la célébration du cinquantenaire de notre Institut, Jean-Claude LEPRUN doit être chaleureusement félicité.

Puisse son exemple être largement suivi.

Gérard WINTER
Directeur général de l'ORSTOM

PRÉSENTATION

« Le Brésil a la forme d'une gigantesque harpe, et sa ligne de frontière reproduit curieusement le profil entier de l'Amérique du Sud. On y trouve à la fois la montagne, la côte marine, la plaine, la forêt... Tous les climats : tropical, subtropical, européen... il y a place pour la végétation la plus variée. Le Brésil possède ou alimente les fleuves les plus puissants du monde, l'Amazone et le Río de la Plata... Ses villes Rio de Janeiro et São Paulo, en pleine croissance fantastique, peuvent déjà rivaliser en luxe et en beauté avec les cités européennes. Le regard ébloui se pose sur toutes les variétés d'un paysage sans cesse changeant, et la faune et la flore sont d'une richesse si grande qu'elles ne cessent, depuis des siècles, de réserver des surprises au chercheur... On ne peut que répéter sans cesse que cet extraordinaire pays, avec son espace et ses terrains inexploités, constitue pour notre Terre si lasse et si épuisée le plus grand des espoirs... Cette impétuosité, cette complaisance, cette générosité, avec lesquelles ce pays répond à toutes les expériences, a même souvent été paradoxalement dangereuse au cours de son histoire économique... C'est pourquoi l'histoire économique du Brésil est remplie de surprenants renversements et est peut-être plus dramatique encore que son histoire politique... En fait, chaque siècle a eu, ici, un caractère économique différent, et la tragédie a comporté des actes aux noms variés : or, sucre, café, caoutchouc, bois. En chaque siècle, en chaque demi-siècle plutôt, le Brésil révèle une nouvelle et surprenante source de richesse. »

Stephan ZWIG, « Le Brésil, Terre d'avenir », 1941, éd. de l'aube, 1992.

Plusieurs faits différents successifs m'ont conduit à envisager puis à entreprendre cet ouvrage qui traite des trente années de présence de l'ORSTOM au Brésil. L'origine de l'idée remonte au mois de février 1988, au moment où j'arrive à Brasília pour prendre mon poste de représentant de l'ORSTOM et de délégué du CIRAD au Brésil. J'ai été nommé à ce poste le 15 février, une semaine après la disparition brutale d'Alain PERRAUD, collègue pédologue et ami, connu vingt années auparavant en Afrique de l'Ouest.

Je sais que la tâche ne va pas être facile, qu'il va falloir improviser et parer au plus pressé jusqu'à l'acquisition d'une connaissance suffisante des dossiers, que le droit à l'erreur est court. Certes, je suis depuis huit années au Brésil, connais maintenant bien le pays et les partenaires grâce aux quatre premières années passées dans le Nordeste, et aux quatre dernières années passées à circuler dans tout le pays à partir de Rio de Janeiro. A Recife, j'ai exercé,

bénévolement, les fonctions de régisseur d'avances et de recettes de l'ORSTOM, alors que P. DUBREUIL était en poste à Brasília. J'ai ainsi pu prendre connaissance des projets, des participants, et de quelques-uns des problèmes posés par une administration brésilienne tatillonne (la française l'est bien également) mais tant tatillonne qu'il a fallu, un moment, créer le ministère de la « débureaucratization ». Enfin, A. PERRAUD était aidé par une jeune femme brésilienne qui est compétente et dévouée et qui est là quand j'arrive...

Mais depuis 1982, le nombre de projets et de chercheurs ORSTOM permanents s'est considérablement accru.

Le premier document que je trouve sur mon nouveau bureau en arrivant est un message urgent de Guy MARTINIÈRE qui s'inquiète du retard de l'envoi de la contribution ORSTOM-CIRAD destinée à l'ouvrage « France-Brésil, vingt ans de coopération (Science et Technologie) », dont il est le coordinateur français, Luiz Claudio CARDOSO étant le coordinateur brésilien, et que A. PERRAUD devait lui envoyer. Je me renseigne, cherche et trouve quelques notes manuscrites de mon prédécesseur et une grosse chemise qui contient les contributions des chercheurs présents au Brésil, contributions demandées vers le milieu de 1987. Une liste rapide des projets en cours établie, je me rends compte que certaines contributions manquent. Certains projets sont terminés, d'autres commencent seulement...

Il faut donc me mettre au travail sans tarder. J'ai alors bien souvent pensé à l'utilité d'un document de synthèse sur l'ensemble de nos activités dans un pays d'une telle dimension.

L'idée était née.

Elle a mûri lorsque j'ai décidé, avant ma première réunion bilatérale avec l'EMBRAPA et le CNPq, fin 1988 à Brasília, de faire des fiches d'une à deux pages, en français et portugais, sur chacun des projets de recherche, titre, équipes participantes, coordinateurs brésilien et français, résumé et objectifs, résultats obtenus, plan d'activité pour l'année en cours, budgets de fonctionnement, observations diverses. Ces fiches m'étaient nécessaires pour une meilleure maîtrise des dossiers. Elles se sont révélées également très utiles et ont été bien souvent distribuées : partenaires, bureaux du siège de l'ORSTOM, ministères de tutelle, services de l'ambassade, missionnaires de passage, chercheurs d'autres organismes...

L'idée a pris corps à la sortie de l'ouvrage du Projet France-Brésil « FRANCE-BRESIL, vingt ans de coopération (Science et Technologie) ». L'ouvrage rassemble les contributions d'une trentaine d'institutions et organismes des deux pays. Certaines ont fourni les fiches techniques de leur organisation et structures. Il est fort bien fait, permet une vision d'ensemble de l'éventail des activités développées en commun par les deux pays et est une mine d'informations pour qui s'intéresse aux multiples facettes de la coopération scientifique. Une partie de l'ouvrage, est dédiée aux témoignages de personnalités liées à la coopération franco-brésilienne et comporte des souvenirs personnels captivants et instructifs.

L'idée est devenue intention lorsque j'ai été interpellé par un collègue membre comme moi d'une commission scientifique et pour qui j'ai de l'amitié et de l'estime. « Mais que font donc les gens du Brésil, et où est cette production scientifique dont on a difficilement connaissance ou accès ! ». Il mettait le doigt sur un aspect de la coopération franco-brésilienne où l'on est plus porté à l'analyse qu'à la synthèse, où l'on a davantage de données brutes que de publications, où l'on publie le plus souvent en portugais, dans des actes et annales de congrès et symposiums introuvables en France ou hors du Brésil, où les principales données sont incluses dans d'obscurs rapports techniques internes, littérature « grise » importante pour l'organisme hôte, mais peu gratifiant pour le renom international de l'auteur et sa promotion. Ce collègue avait raison, cette remarque m'avait d'ailleurs déjà été faite par des responsables

de l'Institut. Les chercheurs se faisaient oublier dans cet immense pays qu'est le Brésil, on ne savait pas se qu'ils faisaient. Non seulement leurs collègues, les responsables scientifiques et censeurs de l'extérieur, mais également sur place, le pays étant trop grand, les équipes trop éloignées, les travaux trop spécialisés. Il fallait absolument élaborer un document de synthèse décrivant ce qui avait été fait, ce qui se faisait, livrant les résultats obtenus et la production scientifique. Depuis trente ans une multitude de travaux de qualité avait été produite par les équipes franco-brésiliennes dans tous les domaines, il fallait les sortir de l'ombre, les valoriser, être fier de notre coopération.

L'intention est alors devenue projet. J'en ai fait part aux autorités de l'ORSTOM en visite au Brésil en décembre 1990. Le directeur général a trouvé l'idée intéressante et m'a donné le feu vert. Il a alors été décidé que l'ouvrage serait présenté au moment de la célébration du cinquantenaire de l'ORSTOM au mois de septembre 1994.

Dès 1991, j'ai commencé à collecter les informations sur les projets les plus anciens, à étudier les documents archivés à la représentation de Brasília à partir de 1979, mais qui avaient subi plusieurs déménagements en dix ans. Les différentes antennes de l'Office, à Salvador, São Paulo, Recife, Manaus, conservaient, oubliés je ne savais où, les documents des tous débuts, mais beaucoup avaient disparu.

Une lettre circulaire a alors été envoyée, à plusieurs reprises en cas de non-réponse, à tous les chercheurs ayant travaillé au Brésil en affectation permanente ou sous forme de missions de longue durée. Les retraités ont été retrouvés et avisés. Dans cette lettre, j'ai demandé à chacun d'entre eux de me faire parvenir un texte de 5 à 6 pages environ comportant les rubriques suivantes :

- **Historique** : origine du projet ; conditions de départ, équipes bilatérales impliquées, durée du ou des séjours ;
- **Exposé des activités principales** : intitulés des projets ; objectifs initiaux ; modifications éventuelles ;
- **Résultats obtenus et valorisation** : principaux résultats obtenus, références et bref résumé des publications majeures, manifestations organisées (congrès, séminaires, colloques..) ;
- **Partenariat et formation** : titres des auteurs des thèses et mestrados encadrés ou orientés ; liste ou nombre des stagiaires envoyés en France ou formés sur place ; cours dispensés (domaine, but, nombres d'étudiants et d'heures) ;
- **Rôle joué dans la coopération** avec le Brésil.

Ce n'est qu'une fois libéré de ma charge de représentant, et installé à Recife, c'est-à-dire à partir du début de l'année 1993, que j'ai pu me consacrer effectivement à ce travail de synthèse, tout en poursuivant mes activités de recherche avec le Centre de recherche sur les sols de l'EMBRAPA.

Dans le cas de projet comportant des équipes nombreuses et/ou pluridisciplinaires, c'est le responsable du projet qui a été sollicité, mais des compléments sur tel ou tel volet des activités et des résultats ont été souvent demandés ultérieurement aux participants. La liste des personnes m'ayant fourni des informations sur leur(s) projet(s) figure ci-dessous. Ces contributions me sont parvenues sous des formes diverses. Certaines, très complètes, ont respecté le canevas demandé. La plupart du temps il manquait une ou plusieurs des rubriques, en particulier celle des principales publications commentées. Une sorte de pudeur ou de modestie amenait un certain nombre de participants à ne pas développer comme il le convenait la partie traitant des résultats et de la valorisation. Il a fallu compléter ces rubriques. Les contri-

butions me sont parvenues très disséminées dans le temps, certaines seulement à la fin de l'année 1992. Un nombre restreint de participants n'a jamais répondu et il m'a fallu alors rédiger moi-même leur contribution. Un certain nombre de ces contributions m'arrivait sous la forme de disquettes mais utilisant des systèmes informatiques ou des logiciels différents de celui que j'employais, d'autres me parvenaient sous la forme d'un texte dactylographié ou manuscrit et il a fallu, dans bien des cas, saisir de nouveau les textes en entier.

Ce qui, à mes yeux, ne devait être qu'un travail de réunion de textes s'est transformé en une véritable coordination rédactionnelle. La plupart des textes ont été repris, complétés, en particulier pour ce qui concernait les publications et les résumés commentés. Quelques dossiers ont été totalement refondus et certains ont même été entièrement rédigés par mes soins. Je me suis efforcé de respecter le plus possible le texte des travaux originaux et la forme de style des auteurs malgré une nécessaire homogénéisation. En dépit d'un souci constant d'éviter les répétitions, des redondances inévitables persistent en raison de l'intervention de mêmes chercheurs dans plusieurs projets différents et de l'interférence de projets entre eux.

Les textes ont tous été renvoyés à leurs auteurs pour correction, à l'exception de certains souvent brefs et très proches des originaux. Un deuxième lecteur a même été sollicité dans certains cas. M. MOLINIER a bien voulu revoir les projets relevant de l'hydrologie et je l'en remercie vivement.

Comme l'ouvrage se veut exhaustif et que plus d'une centaine d'intervenants de l'ORSTOM ont œuvré à la coopération au Brésil, je me suis efforcé de n'oublier personne. Ce souci, devenu lancinant à un moment de la rédaction, a même perturbé certaines de mes nuits. Je ne pense pas avoir omis aucun des projets importants. Certains intervenants avaient des tâches de service qui ne donnaient pas matière à la rédaction d'un dossier détaillé. Il s'agit en particulier des activités de coordination des laboratoires du Centre de recherches agronomique des Cerrados (CPAC) de Eliane PERRAUD, chimiste, à Brasília, et de celles de Michel DELHUMEAU, pédologue, qui, de Brasília, a apporté son appui à la gestion des projets brésiliens du CNPq dans le Nordeste. Parmi les intervenants français permanents, certains noms manqueront peut-être. Je prie ces personnes injustement oubliées de ne pas m'en vouloir, l'oubli est tout à fait involontaire, des efforts constants ayant été déployés durant plus de deux ans pour retrouver tous les intervenants.

Les missionnaires sont en revanche plus pénalisés. Il était impossible de retrouver et de faire figurer tous les participants de ces missions de courte durée dans plus d'une vingtaine d'implantations d'un pays grand comme dix-huit fois la France durant plus de trente ans. Ces participants temporaires figurent quelquefois dans la liste des travaux publiés. De toutes façons, certaines de ces missions n'ont pas fait l'objet d'un rapport de mission et étaient même, dans certains cas, ignorées du propre responsable de l'ORSTOM. Les partenaires ont été mentionnés et figurent dans les équipes dans la mesure où leur nom a été fourni ou retrouvé, ce qui n'est malheureusement pas le cas pour certains projets anciens. Au départ, seuls les travaux majeurs devaient figurer dans la liste des publications, à raison d'une dizaine par chercheur. En fait, une dérive s'est progressivement produite et bien souvent la liste des principaux travaux publiés de certains projets, en particulier ceux dont la durée s'est trouvée prolongée, est plus ample que prévue. La taille déjà importante de l'ouvrage n'a pas permis, sauf exception rare, de citer les travaux dont les partenaires sont les seuls auteurs. Il n'a malheureusement pas été possible malgré de gros efforts, de normaliser comme il l'aurait fallu toutes les références bibliographiques produites. Dans la majorité des cas, ces références sont ordonnées chronologiquement pour indiquer l'évolution des résultats en fonction de l'avancement du projet et non alphabétiquement comme cela se fait normalement.

Comme il a bien fallu fixer la période couverte par l'ouvrage sous peine de se voir contraint d'actualiser sans cesse activités et résultats, et respecter les trente années de la coopération commencée en 1961 à Recife, cet ouvrage traite des activités développées entre 1961 et fin 1991-début 1992. Quelques travaux ou extension de projets postérieurs à 1992 ont cependant parfois été mentionnés par nécessité.

Une partie de l'ouvrage est consacrée à des témoignages d'auteurs et partenaires brésiliens de cette coopération, qui, sollicités, ont bien voulu prêter leur concours. La traduction de ces textes, à l'exception de celui de M. Jean Marie FLEXOR, réalisée par L. MARTIN, a été effectuée par mes soins mais revue par des collègues brésiliens.

Une version en portugais de l'ouvrage est en cours de traduction et sera, je l'espère, disponible sous peu.

Comme cela était précisé dans la première lettre circulaire d'appel à contribution, le but de cet ouvrage est multiple.

En premier lieu, il est destiné à faire la preuve de notre travail, de notre compétence et des résultats obtenus par tous les chercheurs de l'ORSTOM qui se sont succédés dans ce pays et l'exposer à nos collègues et responsables de l'ORSTOM ; aux communautés scientifiques françaises, brésiliennes et internationales ; à nos ministères de tutelle et au Ministère des Affaires Étrangères ; aux organismes de coopération et à nos partenaires brésiliens.

Il devrait aider à relancer notre coopération sur de nouvelles bases en tenant compte du bilan de ces trente années d'un partenariat riche et diversifié mais mal connu et pas toujours et assez apprécié à sa juste mesure au Brésil et hors du Brésil.

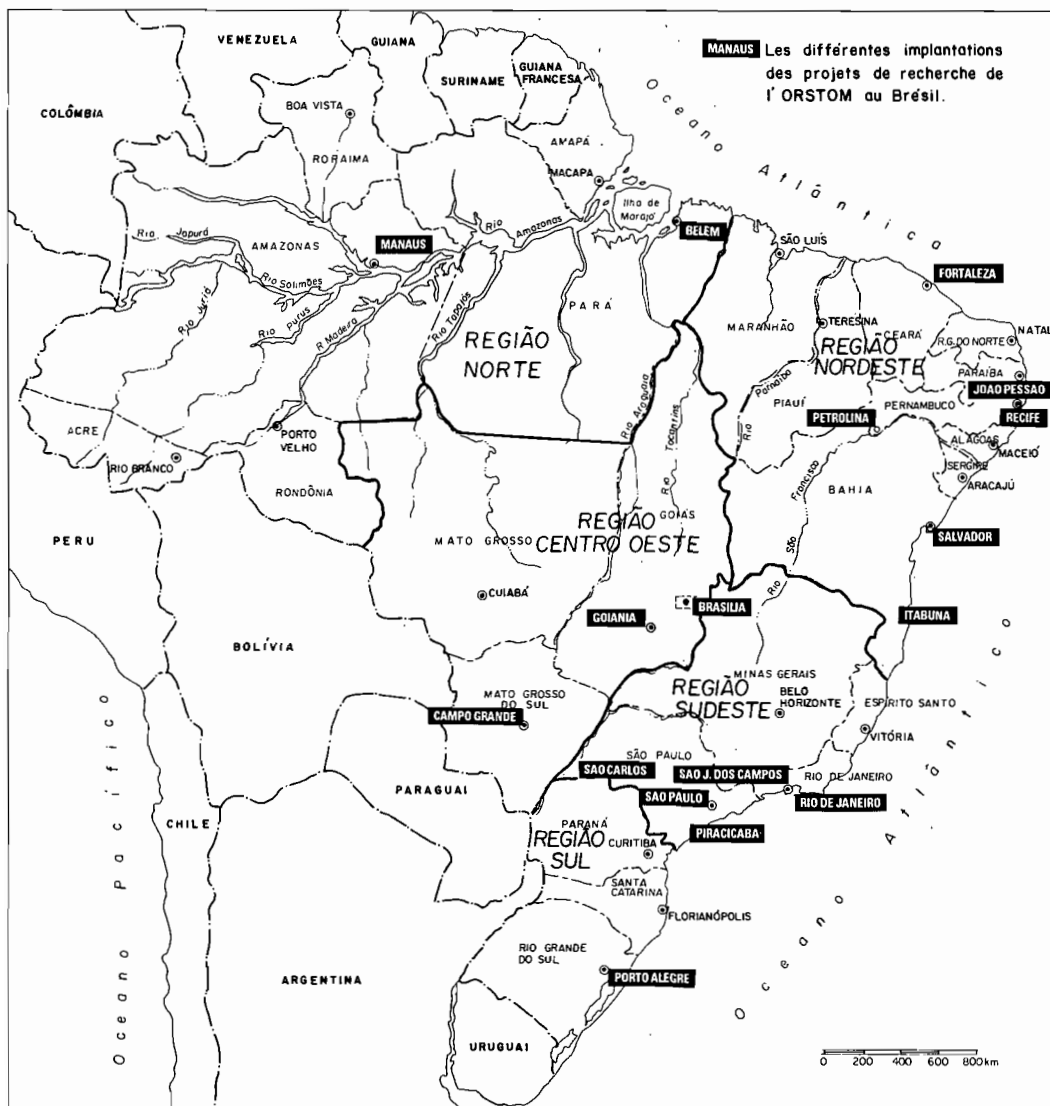
Il devrait permettre de mieux valoriser nos travaux et notre action, d'engager une réflexion prospective, de faire preuve de réalisme et d'initiative pour l'avenir.

Pour les chercheurs de l'ORSTOM, le fait d'être affectés de manière permanente dans des structures brésiliennes, d'y travailler plusieurs années de suite, quelquefois durant une tranche de vie entière, d'y partager les joies et les satisfactions de leurs collègues brésiliens, mais aussi leurs problèmes et leurs découragements, leur a permis de contribuer au développement des connaissances, de former du personnel, de créer des amitiés véritables, de forger les liens d'estime et de considération durables, qui contribuent pour une part importante au tissu de relations privilégiées qui unit les deux pays.

Pour ma part, acteur et rapporteur de cette coopération entre l'ORSTOM et le Brésil, je suis satisfait d'avoir pu apporter ma contribution, toute imparfaite soit-elle, à une meilleure connaissance de sa vitalité et de sa diversité à un moment où l'ORSTOM fête ses cinquante ans d'existence et que la recherche bilatérale subit le contrecoup de la récession économique mondiale. Trente de ces cinquante années d'activités scientifiques de l'Institut ont été, en partie, consacrées au Brésil. Il convenait de le faire savoir.

Recife, le 8 avril 1994

LEPRUN Jean-Claude, pédologue ORSTOM



*« Peu d'ouvrages sont consacrés à la coopération scientifique et technologique.
Pourtant son rôle est considérable : elle contribue à la fois au progrès
de la connaissance et au développement des nations.
La coopération brésilienne constitue un cas exemplaire et significatif.
Plusieurs milliers de chercheurs, ingénieurs et techniciens,
souvent parmi les plus renommés, en ont été les acteurs. Ils ont connu ainsi
une aventure exceptionnelle qui a marqué profondément leur vie .»*

Guy MARTINIÈRE et Luiz Claudio CARDOSO,
coordonateurs « FRANCE-BRÉSIL, vingt ans de coopération
(Science et Technologie) », IHEAL, Paris, 1989.

ONT COLLABORÉ À CET OUVRAGE, PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE, LES PERSONNES SUIVANTES :

Personnalités brésiliennes :

BARRETO Rodrigues e Silva Fernando, chef de la Coordination Nord-Est du CNPS de l'EMBRAPA, Recife
CAMPELLO Sylvio, professeur, chef du Département du génie civil à l'UFPe, Recife
FLEXOR Jean Marie, chercheur titulaire du CNPq à l'Observatoire national, Rio de Janeiro
MUSSI SANTOS Adelaide, professeur UFBa, retraitée, Salvador
MELFI José Adolpho, vice-recteur de l'USP, São Paulo
QUEIROZ MATTOSO de, professeur UFBa, Salvador
SEIXAS Mário Alves, chef de l'Agence de coopération internationale de l'EMBRAPA, Brasília.

Chercheurs français :

AGIER Michel, sociologue de l'ORSTOM
ALBERT Bruce, anthropologue de l'ORSTOM
ALBOUY Yves, géophysicien de l'ORSTOM
ANDREUX, Francis, chercheur du CNRS
AUBERTIN Catherine, économiste de l'ORSTOM
AUDRY Pierre, pédologue de l'ORSTOM
BISILIAT Jeanne, sociologue de l'ORSTOM
BLANCANEUX Philippe, pédologue de l'ORSTOM
BOUJO Armand, géologue du BRGM,
BOULANGÉ Bruno, géologue de l'ORSTOM
BOYER Jean, pédologue de l'ORSTOM, retraité
BUCHILLET Dominique, anthropologue de l'ORSTOM
CABANNES Robert, économiste de l'ORSTOM
CADIER Eric, hydrologue de l'ORSTOM
CALLEDE Jacques, ingénieur-hydrologue de l'ORSTOM
CARMOUZE Jean-Pierre, hydrobiologiste de l'ORSTOM
CHAUVEL Armand, pédologue de l'ORSTOM
CHEVALLIER Pierre, hydrologue de l'ORSTOM
COCHONNEAU Gérard, informaticien de l'ORSTOM
DABIN Bernard, pédologue de l'ORSTOM, retraité
DEGALLIER Nicolas, entomologiste médical de l'ORSTOM

Orstom - Brésil, trente ans de coopération scientifique

DELAUNAY Daniel, démographe-économiste de l'ORSTOM
DELHUMEAU Michel, pédologue de l'ORSTOM, retraité
DELVIGNE Jean, géologue de l'ORSTOM
DUBREUIL Pierre, hydrologue de l'ORSTOM
FOTIUS Georges, botaniste de l'ORSTOM
FRITSCH Jean-Marie, hydrologue de l'ORSTOM
GIRARD Georges, hydrologue de l'ORSTOM, retraité
GIULLIANI Gaston, géologue de l'ORSTOM
GRENAND Françoise, chercheur du CNRS
GRENAND Pierre, anthropologue de l'ORSTOM
GUICHARD Edmond, pédologue de l'ORSTOM, retraité
HENRY Etienne, chercheur INRETS
HERBAUD Jacques, ancien hydrologue de l'ORSTOM
HIEZ Gérard, hydrologue de l'ORSTOM
JACCON Gilbert, hydrologue de l'ORSTOM
KAHN Francis, botaniste de l'ORSTOM
LAZZARO Xavier, hydrobiologiste de l'ORSTOM
LÉNA Philippe, géographe de l'ORSTOM
LEPRUN Jean-Claude, pédologue de l'ORSTOM
LOURD Maurice, phytopathologiste de l'ORSTOM
MARTIN Dominique, pédologue de l'ORSTOM, retraité
MARTIN Louis, géologue de l'ORSTOM
MOLINIER Michel, hydrologue de l'ORSTOM
MORICE Alain, chercheur du CNRS
NOUVELOT Jean-François, hydrologue de l'ORSTOM
NOVIKOFF André, géologue de l'ORSTOM
NOYEZ Jacque, ingénieur T.P
ODINETZ-COLLART Olga, hydrobiologiste de l'ORSTOM
PARISOT Jean-Claude, géologue de l'ORSTOM
PINTA Maurice, chimiste de l'ORSTOM, retraité
RENAULT-LESCURE, Odile, ethno-linguiste de l'ORSTOM
RICHE Gilles, pédologue de l'ORSTOM
SABATÉ Pierre, géologue de l'ORSTOM
SAVONNET Georges, géographe de l'ORSTOM, retraité
SAVIDAN Yves, généticien de l'ORSTOM
SCHMITT Jean Michel, géologue, Ecole des mines de Paris
SCHWARTZ André, économiste de l'ORSTOM
SECHET Patrick, informaticien de l'ORSTOM
*SERVAIN Jacques, chercheur université P. et M. Curie, Paris
SIEFFERMANN Gaston, pédologue de l'ORSTOM
SOUBIÉS François, géologue de l'ORSTOM
TRESCASES Jean-Jacques, professeur à l'Université de Poitiers
TROMPETTE Roland, chercheur du CNRS
VOGEL Chantal, épouse de Marc VOGEL, agronome de l'ORSTOM
VOLKOFF Boris, pédologue de l'ORSTOM
WACKERMANN Jean-Marie, géologue de l'ORSTOM
WANIEZ Philippe, géographe de l'ORSTOM
YBERT Jean-Pierre, palynologue de l'ORSTOM

RÉTROSPECTIVE

LES GRANDES ÉTAPES DE LA PRÉSENCE DE L'ORSTOM AU BRÉSIL

Bien des gens de mon entourage pensent que l'ouverture des activités de coopération de la France en général et de l'ORSTOM en particulier, avec les pays d'Amérique latine, est l'une des conséquences du voyage effectué par le général de GAULLE dans le sous-continent américain entre le 20 septembre et le 16 octobre 1964 et de la proposition offerte lors d'un discours resté fameux de travailler « la main dans la main » avec les peuples d'Amérique du Sud.

Les vraies raisons de l'expansion géographique de l'Office

L'ouvrage de M. GLEIZES « **Un regard sur l'ORSTOM** » qui date de 1985, nous apprend, que peu après la création de l'ORSTOM le 10 octobre 1943, une invitation faite par l'UNESCO à la France de participer avec la Bolivie, le Pérou, La Colombie, l'Equateur, le Brésil et les Guyanes anglaises et hollandaises, aux activités d'un nouvel institut international dit de « l'Hyléa amazonienne » renforce singulièrement l'intention d'installer un Institut français d'Amérique tropicale à Cayenne. Une conférence internationale a lieu à Bogota en 1948 dans ce but et la France y envoie une délégation dirigée par Paul RIVET. Celui-ci notera que « *outre les retombées prévisibles pour la Guyane, la collaboration active de la France à cette entreprise internationale apparaît comme le moyen de développer de l'intérieur l'influence française dans cette partie du sous-continent latino-américain.* » Le centre de Cayenne fut créé et l'ORSC, dont le nom signifie alors Office de la recherche scientifique coloniale, devint ORSTOM, Office de recherche scientifique de la France d'outre-mer. Changement capital : un décret du 17-11-1953 ouvre le champ de compétence de l'Office et lui permet dorénavant d'intervenir dans les départements d'outre-mer et dans les pays de protectorat et l'autorise à apporter son concours aux pays étrangers et aux organisations internationales. Et M. GLEIZES de noter avec justesse « *En le démarquant vis-à-vis de cette administration (la France d'outre-mer), on lui ouvrait l'avenir* » (p. 5), et plus loin « *Par contre, l'Institut international de hyléa amazonien ne vit jamais le jour par suite de dissensions entre les partenaires potentiels qui soupçonnaient le Brésil de vouloir se tailler la part du lion* » (p. 31). Pour M. GLEIZES, cette évocation guyanaise « *permet de corriger l'explication un peu courte selon laquelle l'expansion géographique de l'Office (en Amérique latine) serait la conséquence des événements*

d'Afrique et de Madagascar qui, par compensation, auraient entraîné pour lui la nécessité de s'ouvrir à des horizons nouveaux... On voit que la dimension internationale de l'Office et sa spécificité à l'intérieur du dispositif scientifique français n'attendent pas les années 1970-1975 pour se révéler. Elles étaient potentielles dans l'ORSC ». (p. 33).

La nomination en 1963 d'un nouveau directeur général, le professeur Guy CAMUS, va être déterminante pour l'avenir de l'Office et son expansion dans les autres continents. G. CAMUS fait deux propositions qui sont soumises au conseil d'administration : multiplier le nombre de chercheurs par trois en sept ans et accélérer la diversification géographique des activités. Il obtient à l'unanimité l'accord du conseil d'administration sur ces deux points et l'appui révélateur du représentant des affaires étrangères. L'ORSTOM est alors prêt à s'implanter hors d'Afrique, et en particulier en Amérique latine.

La visite du général de GAULLE au Brésil

Mais revenons à la visite du général de GAULLE au Brésil en 1964. Pour Luis VIANA, chef de cabinet civil du président de la République le maréchal Castello BRANCO, qui a consacré une dizaine de pages de son livre sur le gouvernement Castello BRANCO à la visite du général de GAULLE, le général venait en Amérique du Sud « pour chercher une nouvelle dimension à la grandeur de la France... pour faire de la France un « centre de pouvoir » dans lequel elle engagerait ses réserves financières et les hautes connaissances de ses universités et de ses laboratoires... un polycentrisme occidental destiné à offrir, spécialement aux pays d'Amérique du Sud, de nouvelles alternatives ». Il s'agit, en toute logique, de contrebalancer la forte influence américaine. Mais ce voyage se déroule quelques mois seulement après la destitution du président J. GOULART qui avait formulé l'invitation officielle. L'invitation avait été renouvelée par le maréchal CASTELO BRANCO, mais, au moment du voyage, la situation intérieure brésilienne est tendue. En mars, un différend auquel on a donné le nom de « guerre de la langouste » a opposé la France et le Brésil. L'ambassadeur de France, J. BAEYENS rappelé en consultation à Paris, n'est pas revenu. La France n'a pas répondu à une demande d'agrément en faveur de l'ambassadeur Leitão da CUNHA. Des représailles brésiiliennes contre les Alliances Françaises du Brésil sont même un moment envisagées. De GAULLE aurait alors prononcé cette phrase assassine que l'on vous ressert malicieusement ou amèrement sans cesse au Brésil « Comme le disait votre grand président, le Brésil n'est pas un pays sérieux! ». Ces paroles seraient en fait, paraît-il, celles d'un membre de l'Ambassade du Brésil en France, lancées dans un moment d'exaspération... On ne sait plus.

Toujours est-il que les relations franco-brésiiliennes s'étaient détériorées. Le Gouverneur de Rio de Janeiro, Carlos LACERDA décide de boycotter l'arrivée du général dans sa ville et c'est le président de la République brésiilienne qui doit aller accueillir son hôte à l'arrivée du « Colbert » dans la plus fameuse rade du monde.

Le PT, Parti travailliste du président destitué J. GOULART, appelle « la population toute entière... à descendre dans la rue pour saluer de GAULLE et manifester l'admiration du Brésil envers la France et la liberté... en exprimant publiquement l'appui du peuple brésiilien à la politique française d'indépendance... et à la thèse selon laquelle la promotion de l'homme doit constituer la base de la coopération internationale » (Le Monde du 14-10-1964).

Cette explosion populaire n'est naturellement pas du goût du régime en place. Dans le discours prononcé à Brasília le 14 octobre 1964, le général de GAULLE pose la question de savoir si les deux pays « jugeront bon de resserrer leurs rapports en vue d'agir vraiment de concert pour leur propre développement scientifique, technique et économique et pour aider

le monde à s'établir dans le progrès, l'équilibre et la paix. » De son côté, la nouvelle du limogeage de N. KROUTCHEV a quelque peu estompé l'éclat de cette visite du chef de l'Etat français au Brésil.

Les retombées du voyage

Voilà le contexte de ce voyage à travers dix pays, réalisé dans une atmosphère d'enthousiasme populaire indescriptible qui surpasse tous les observateurs, mais qui n'eut pratiquement pas de conséquences pratiques et qui n'a **débouché, au Brésil, sur aucun résultat concret et en particulier sur aucun nouvel accord technique, scientifique et culturel de coopération.**

Le communiqué franco-brésilien, énoncé à Rio de Janeiro le 16 octobre, marque la volonté de développer la coopération franco-brésilienne et reconnaît la nécessité d'organiser à cet effet des conversations dans tous les domaines entre les deux gouvernements.

M. COUVE DE MURVILLE a rendu compte du voyage de de GAULLE en Amérique du Sud et a annoncé (Journal Le Monde du 22-10-1964) que le gouvernement avait décidé qu'un plan d'ensemble de coopération avec les Etats d'Amérique du Sud allait être établi dans les prochains jours, de façon à encadrer et normaliser les différents aspects de la politique de coopération qui avait besoin d'unification. Des réunions ministérielles seront consacrées à ce problème.

On peut logiquement penser que ces efforts sont à l'origine de la mise en place et de la signature, le 16 janvier 1967 de l'accord de coopération technique et scientifique entre le gouvernement de la République française et le gouvernement des Etats-Unis du Brésil, accord qui amplifie et précise les termes de l'accord culturel du 6 décembre 1948.

Tout commence effectivement en 1958

Il convient alors maintenant de se pencher sur la manière dont s'est déroulée l'implantation de l'ORSTOM au Brésil.

On sait qu'elle n'a pas attendu 1964 pour se manifester. Deux actions ponctuelles par entente directe sont tout d'abord proposées, l'une en 1958 concernant le levé de la carte géologique de l'Etat du Pernambouc par l'équipe basée en Guyane ; la seconde en 1964 par la création conjointe avec les autorités brésiliennes d'un Institut des sciences de la terre à Brasília. « Pour des raisons budgétaires et politiques, ces deux projets tournèrent court. » (M. GLEIZES, p. 103)

Un examen attentif des archives stockées au siège de l'ORSTOM à Paris permet de découvrir que l'ancrage de l'idée d'une intervention de l'Office au Brésil commence effectivement en 1958. C'est d'abord l'envoi, le 20 août 1958 d'une lettre de M. Stéphane HESSEL, directeur général des Affaires culturelles et techniques au MAE, à M. JUGLAS, directeur général de l'ORSTOM faisant part du désir du directeur brésilien des Huiles, M. Bertino Morães de CARVALHO, de conclure un accord de coopération avec la France (IRHO) et soulignant que l'ORSTOM est l'organisme qui serait, par son expérience et les liaisons dont il dispose, le mieux placé pour assurer cette coordination avec l'IRHO et le CNRS. Réponse de l'ORSTOM : d'accord, mais il faut préciser les conditions de cette coordination. M. HESSEL fait alors mention d'une possibilité d'accord ORSTOM/IRHO avec le Brésil et joint, comme exemple, la copie de l'accord signé entre l'ENA français et la Fondation Getúlio Vargas de São Paulo le 2 septembre 1957, qui est un plan réciproque d'assistance technique avec échanges de professeurs et d'étudiants. Entre-temps, B. CHOUBERT, chef de mission de l'Office en Guyane écrit à sa direction générale en faisant l'historique des relations avec le Brésil dans le domaine de la botanique. Il évoque les séjours de Brésiliens en Guyane et la possibilité de remplacement à Belém

d'un botaniste américain, M. BLACK. La copie d'un accord italo-brésilien pour la création d'un centre d'études agricoles qui pourrait servir de modèle à un futur projet circule.

Les choses commencent alors à se concrétiser. C'est d'abord un échange de courrier en novembre 1958 entre J.J. JUGLAS, directeur général de l'ORSTOM et M. TRINTIGNAC, secrétaire général du MAE, au sujet de missions de phytopathologistes de l'Office à l'Institut agronomique (IA) de Belém.

La note prémonitoire du professeur MANGENOT

Le rapport de la mission qui suivit, effectuée en Amazonie brésilienne par le Pr G. MANGENOT, Président d'un Comité Technique de l'ORSTOM et qui travaille avec l'Office en Côte-d'Ivoire, contient une note pour un projet d'échange entre l'IDERT, Institut de développement économique et rural d'Adiopodoumé et l'Institut amazonien de Belém. Le Pr MANGENOT attire l'attention de la direction générale de l'ORSTOM sur les points suivants. Tout d'abord l'extrême ressemblance physiologique et donc écologique entre l'Amazonie, l'Afrique de l'Ouest forestière, le Cameroun, et la cuvette congolaise. Ensuite, sur l'identité des problèmes scientifiques dont la solution commande la mise en valeur agronomique dans les deux régions brésilienne et africaine. L'importance accordée par le Brésil à ses terres amazoniennes, sa volonté de les aménager, mais les difficultés qu'il éprouve à le faire en raison de l'étendue du territoire et d'un manque évident de chercheurs, prospecteurs, techniciens à tous les niveaux, sont mis en relief. Et le Pr MANGENOT de s'étonner avec raison : « Une cloison étanche a existé entre les spécialistes des zones humides en Afrique et au Brésil... Les Brésiliens ont, jusqu'en 1957, complètement ignoré l'œuvre française en Afrique. Cette méconnaissance réciproque des travaux poursuivis dans deux régions naturelles semblables que l'Atlantique devrait unir au lieu de séparer est une extraordinaire anomalie, préjudiciable aux intérêts des deux parties »... Il est donc proposé de procéder par étapes et de tenter en premier lieu un essai limité mais précis d'échange de chercheurs entre les deux établissements comparables, l'IA brésilien et l'IDERT ivoirien. R. LIMA, directeur de l'IA décide d'envoyer deux étudiants brésiliens en Côte-d'Ivoire pour un stage d'un an, et de recevoir, dans le même temps deux stagiaires de l'IDERT. Si l'expérience d'un premier échange réussissait, des développements ultérieurs pourraient être envisagés. Les modalités financières et pratiques sont étonnamment semblables à celles qui seront établies bien plus tard avec le CNPq et l'EMBRAPA. « Tel est l'état actuel d'un projet très fortement motivé, destiné à ébaucher l'étude en commun de problèmes communs et dont la réalisation, peu onéreuse, désirée par les deux parties, ne soulève aucune difficulté pratique... la sympathie naturelle qu'éprouve le Français pour le Brésilien, et réciproquement, est un facteur favorable supplémentaire. Les effets que pourrait produire une telle entreprise seraient probablement très heureux, et susceptibles de conduire à d'importants développements ». La justesse de cette analyse et la pertinence des arguments ont dû, sans aucun doute, fortement influencer les responsables de l'Office. L'intérêt scientifique que représente un vaste et diversifié pays comme le Brésil pour un organisme de recherches tropicales comme l'ORSTOM, déjà désireux d'accroître sa zone d'intervention, est maintenant implanté au siège parisien de la rue Bayard et va suivre son chemin. Les propos prémonitoires du Pr MANGENOT vont se concrétiser et conduire, en effet, à d'importants développements...

Les raisons de l'arrêt de la coopération entre 1964 et 1973

C'est tout d'abord, après les missions de P. DUBREUIL à Recife, le démarrage du projet d'étude du Val de Jaguaribe (GEVI) en 1962 et l'intervention des deux disciplines les plus fortes de l'Office à cette époque, l'Hydrologie et la Pédologie. Deux dossiers de cet ouvrage

traitent dans le détail de ces projets. Mais, malgré le succès de l'opération, il faudra attendre 1973 pour que les hydrologues de l'ORSTOM reviennent travailler au Brésil, et dans le Nordeste. On peut se demander pourquoi. Il convient de revenir sur le contexte de la situation intérieure brésilienne au moment de la mise en place de l'opération « Aménagement du Val du rio Jaguaribe », ou GEVJ, pour une meilleure compréhension des événements. En 1961, lorsque P. DUBREUIL, hydrologue de l'ORSTOM, effectue ses premières missions à Recife, la SUDENE, Surintendance de développement du Nordeste brésilien vient d'être créée par le président J. KUBITCHECK pour planifier, coordonner et soutenir techniquement et financièrement les programmes d'intérêt social et économique de la région Nordeste. Elle a à sa tête C. FURTADO, économiste de grande réputation qui a soutenu, en 1948, une thèse de doctorat à la faculté de droit et de sciences économiques de l'université de Paris sur l'économie coloniale du Brésil devant un jury composé de Maurice BYE, René COURTIN et Louis BAUDIN. Ce sont des organismes français, parmi lesquels l'ORSTOM, qui seront sollicités par la SUDENE et qui réaliseront le projet GEVJ. Le 31 mars 1964, le président J. GOULART, qui avait succédé à J. KUBITCHECK, est destitué et un régime militaire qui va durer dix ans se met en place. De nombreux intellectuels brésiliens s'exilent et trouvent refuge en France. C'est le cas de C. FURTADO. La coopération avec la France et avec l'ORSTOM en particulier sera pratiquement interrompue durant ces dix ans. Les intellectuels des sciences humaines, comme l'économiste C. FURTADO mais aussi les sociologues Fernando Henrique CARDOSO, actuel ministre de l'Intérieur, Paulo Sérgio PINHEIRO, l'historienne Yedda Leite LINHARES et bien d'autres, formés à l'école française et qui ont suivi à l'USP, dès 1935, les cours de professeurs français fameux tels que F. BRAUDEL et C. LEVI STRAUSS, qui ont fui le pays, ont été remplacés par de plus jeunes professeurs dont l'obédience est nord-américaine.

On comprend alors mieux les raisons de l'arrêt de la coopération durant le régime militaire, entre 1964 et 1973 et les difficultés d'implantation du seul projet en cours en 1971, celui des économistes A. SCHWARTZ et J. de CURNON à l'Institut de recherches économiques de São Paulo, projet qui a une fin précoce et dont le déroulement est conté dans cet ouvrage. Dans le journal *Le Monde* du 16 octobre 1964, M. NIEDERGANG et A. PASSERON, envoyés spéciaux qui couvrent la visite de GAULLE au Brésil écrivent : « Depuis avril 1964, l'armée est au pouvoir au Brésil... Un organisme étatique, la SUDENE, dirigé par un brésilien intègre et de valeur, M. Celso FURTADO, préparait depuis six ans un plan de développement de la région la plus déshéritée et la plus explosive de la fédération. La SUDENE a été décapitée, les 'ligues paysannes' réduites au silence, et tout se passe aujourd'hui comme si le Nord-Est n'existait plus ».

Les activités de coopération reprennent

Mais au début de la décade 1970, dix ans après la prise de pouvoir, le carcan du régime militaire se libère peu à peu. Les projets de sciences de la terre, qui sont moins soupçonnés de subversion que ceux des sciences humaines, vont ouvrir de nouveau la porte de la coopération franco-brésilienne.

C'est la pédologie qui ouvre le ban avec la première mission de J. BOYER à l'Institut de géosciences de l'université fédérale de la Bahia à Salvador (IG-UFBa). La première convention signée entre cet Institut (R. SANTOS, recteur de l'UFBa) et l'ORSTOM (G. CAMUS, directeur général) est datée du 15 avril 1971. L'Université et l'ORSTOM décident de joindre leurs efforts dans les domaines de la pédologie et de la géochimie dans le cadre de programmes conjoints. Un avenant spécifie que l'Université mettra à disposition de l'ORSTOM, à titre de

contribution au financement des dépenses engagées par l'Office, une dotation mensuelle par chercheur. Le premier chercheur permanent qui arrive à Salvador est le pédologue G. SIEFFERMANN dès 1970. Il sera suivi de nombreux autres chercheurs, pédologues et géologues. La deuxième convention à être signée sera celle avec la SUDENE, en avril 1973, c'est-à-dire plus de dix ans après le début de l'opération Val de Jaguaribe, première collaboration de l'Office avec la SUDENE. Les projets et conventions vont se succéder ensuite, sans discontinuer, jusqu'en août 1992.

Les missions de H. FAURE, président du Comité technique de géologie de l'ORSTOM en septembre 1971 à São Paulo puis de G. AUBERT, chef de la section de pédologie de l'Office et de H. FAURE à São Paulo et dans tout le Brésil, en août 1972 vont être déterminantes pour l'entrée et le développement de ces disciplines au Brésil. A cette époque, il existe déjà d'excellentes relations entre A. MELFI, jeune chercheur enseignant de l'IG-USP, et les équipes françaises travaillant dans les domaines de la géologie et de la géochimie de la surface, et en particulier avec celle du Pr G. PEDRO à l'INRA de Versailles. Ce dernier, qui suit et dirige les travaux de nombreux chercheurs de l'ORSTOM en Afrique mettra en contact les deux communautés et favorisera les premières collaborations. Les deux premiers chercheurs qui arrivent à São Paulo sont M. BERNAT et L. MARTIN, géologues de l'Office en 1973. Une convention est signée avec l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo (IG-USP) pour la réalisation d'un programme de recherche en géologie du Quaternaire mais les thèmes et sujets de la convention débordent sur tout l'ensemble des formations et des phénomènes superficiels. Cette convention, liant l'IG-USP à l'ORSTOM, et qui ne comprend pas de contrepartie financière, est signée le 19 juillet 1974 par le Pr Orlando Marques de PAIVA, recteur de l'université de São Paulo et le Pr Guy CAMUS, directeur général de l'ORSTOM.

A partir de là, les conventions entre l'ORSTOM et les organismes brésiliens vont se multiplier. Ce sera la convention avec l'IDESP de Belém en juillet 1974, puis celle signée avec le SEPLANTEC de l'Etat de Bahia en décembre 1975, avec la CEPLAC d'Itabuna et l'UFCE de Fortaleza en 1977... Tous les trois ou quatre ans, des avenants prolongent la durée des premiers accords.

Au mois de décembre 1976 on compte, sur les 36 chercheurs affectés en Amérique latine, 20 agents de l'ORSTOM en poste au Brésil, pour la plupart géologues, pédologues et hydrologues affectés de manière permanente dans les principales implantations suivantes : IG-USP ; IG-UFBA ; SUDENE.

Une mission de G. MANGENOT, J.L. GUILLAUMET et J. CHEVAUGEON en Amazonie, mi-1976, définit que l'éventail très ouvert des disciplines et l'excellent équipement investi à Manaus désignent cette ville comme le centre d'action principal de projets qui pourraient être montés dans la région. On décide de prendre appui sur des points forts, l'hydrobiologie et l'écologie. Cette mission est suivie de missions du CNRS. En 1979, profitant de l'accord mis en place entre l'Institut national de recherches en Amazonie, INPA et le CNRS, l'ORSTOM affecte J.L. GUILLAUMET à Manaus. Deux programmes principaux ont été identifiés : « l'étude des modifications écologiques dues à l'exploitation agro-sylvo-pastoral de la forêt » que va coordonner J.L. GUILLAUMET et « l'étude et la gestion des ressources d'eau douce en Amazonie ». Ces deux projets seront intégrés dans l'accord ORSTOM/CNPq signé en 1981.

La nomination de P. DUBREUIL à Brasília

L'accroissement de la coopération avec l'Amérique latine et sa spécificité pour un organisme qui jusqu'à présent n'avait travaillé qu'en pays francophones, amène la direction géné-

rale de l'ORSTOM à créer le poste de délégué pour l'Amérique latine et confie ce poste à P. DUBREUIL qui a établi les premiers contacts et coordonné avec succès l'aménagement intégré du bassin du Jaguaribe, première intervention de l'Office au Brésil en 1961. Rayonnant d'abord à partir de Fort-de-France, P. DUBREUIL est ensuite affecté au Brésil et rejoint son poste à Brasília en juillet 1979. Il assure alors, en accord avec le ministère français des relations extérieures, les fonctions de représentant permanent de l'ORSTOM, du GERDAT et de l'INRA auprès de l'EMBRAPA, Entreprise Brésilienne de recherche agro-pastorale et est donc le coordinateur français unique des actions françaises en matière de recherches agronomiques tout en restant délégué de l'ORSTOM pour l'Amérique latine.

Cette arrivée à Brasília est opportune. Elle se produit au moment de la nomination, après l'accession à la présidence de la République, début 1979 du général J.B. FIGUEIREDO, d'un directoire de l'EMBRAPA formé d'un président et de trois directeurs exécutifs qui va entamer rapidement des négociations en vue d'une coopération scientifique internationale, en particulier avec la France. Les premiers contacts avaient été pris début 1977 au cours d'une visite du directeur général de l'Office au Brésil, à l'invitation de l'EMBRAPA dont le directeur était alors A. BLUMENSHEIN. Cette visite avait été suivie de celle de I. CABRAL, ancien président de l'EMBRAPA en France et il avait alors été envisagée l'extension du projet de la future coopération au GERDAT et à l'INRA.

Etablissement des accords cadres

Le texte d'un accord spécifique mais proche dans la forme entre l'EMBRAPA et chacun des trois organismes français est alors mis à l'étude. Après plusieurs mois de négociations, toutes les parties se mettent d'accord et les textes sont présentés en novembre 1979 à Brasília au cours d'une réunion commune EMBRAPA, GERDAT et ORSTOM, puis présentés au président de l'INRA en visite au Brésil en avril 1980. Ces textes sont alors en partie modifiés par les ministères de tutelle des deux parties et la convention est finalement signée le 8 octobre 1980 par E.R. de Andrade ALVES, président de l'EMBRAPA et G. CAMUS pour ce qui concerne l'ORSTOM. Elle sera transformée en arrangement complémentaire à l'Accord général de coopération technique et scientifique du 16 janvier 1967 par échange de notes diplomatiques, le 7 novembre 1980. Sa durée est de cinq ans, renouvelable par tacite reconduction. La finalisation de l'accord est à verser au crédit de P. DUBREUIL qui s'est beaucoup investi dans son élaboration.

Cette convention va être suivie d'un accord de même nature avec le Conseil national pour le développement scientifique et technologique (CNPq), organisme disposant de crédits d'incitation et de formation à la recherche semblable à la DGRST française et auquel de nombreux instituts, laboratoires et observatoires de recherche, tels l'INPA, le MPEG, l'ON, partenaires présents ou potentiels de l'Office sont reliés. En effet, de 1971 à 1980 les projets et programmes montés entre l'ORSTOM et ses divers partenaires brésiliens, en majorité des instituts d'universités étaient ponctuels et le fruit de relations personnelles entre chercheurs des deux pays. La gestion administrative des conventions de ces projets et de leur développement scientifique dans un pays de la taille du Brésil, devenait problématique.

En mars 1980, L. CAVALCANTI, recteur de l'université fédérale de la Paraíba, qui connaît les actions de l'ORSTOM dans le Nordeste, est nommé président du CNPq. Les négociations débouchent rapidement sur un accord et la convention avec l'ORSTOM est signée en janvier 1981 à Paris, sous la forme d'un arrangement complémentaire à l'Accord général de 1967, lors de la visite du président J.B. FIGUEIREDO.

Conséquences des accords-cadres

Ces accords vont être à l'origine d'une extraordinaire explosion de nouveaux projets. Alors que la décade de 1970 avait été celle des projets de sciences de la terre, la décade 1980 va voir la diversification des projets de sciences humaines et de biologie. Au nombre d'une dizaine en 1982, le nombre de projets passe à plus de vingt en 1983. Le nombre de chercheurs expatriés permanents, qui est d'une vingtaine répartis en six villes au début de 1980, passe à une quarantaine distribués dans dix villes et vingt-deux implantations différentes. Le nombre de chercheurs va se maintenir autour d'une quarantaine jusqu'en 1992.

A partir de 1982, tous les projets de coopération menés par l'ORSTOM au Brésil, à l'exception de une ou deux opérations ponctuelles passées avec la SUDENE et soumises à des conventions de type SUBIN (secrétariat de coopération économique et technique internationale) à niveau fédéral ou avec la CEPLAC (Commission de recherche sur le cacao), seront coiffés par ces deux accords cadres ORSTOM/EMBRAPA d'une part et ORSTOM/CNPq d'autre part.

Alors que, en 1982, l'Office qui est encore un établissement public français à caractère administratif, participe à des projets de recherches bilatéraux depuis plus de dix ans, il n'a toujours pas d'existence légale au Brésil. Cette légalisation lui permettrait, comme le font déjà d'autres établissements publics français présents au Brésil, ou certaines représentations ORSTOM dans des pays d'Amérique latine, d'avoir « pignon sur rue », de pouvoir mieux diffuser et valoriser ses résultats, de créer les filiales, de recruter du personnel local, en un mot de disposer de plus d'autonomie. Il suffit pour cela que l'ambassade déclare que l'Office est un service de cette ambassade... P. DUBREUIL tente la démarche, en vain. Le changement de statut de l'ORSTOM en EPST ne modifiera pas cette situation. Dans le courant de l'année 1988, l'existence du bureau prêté à l'ORSTOM dans les locaux du service culturel de l'ambassade de France et qui abrite son service de régie est toutefois officialisée par l'ambassadeur B. OUVRIEU. Mais les activités de coopération ne s'arrêtent pas pour autant.

De l'Office à l'Institut

Alors qu'en 1982, au Brésil, ces accords se mettent en place et fonctionnent aussitôt, en France, A. RUELLAN, ancien chercheur de l'Office passé à l'Université, est nommé nouveau directeur général de l'ORSTOM en mai 1982 en remplacement de G. CAMUS qui a occupé son poste durant dix huit ans. Pierre LAVAU est le nouveau président du conseil d'administration. Une réforme de l'ORSTOM est décidée par le nouveau gouvernement qui souhaite la mise en place de structures scientifiques de recherches fortes et décentralisées et une vocation de l'Office davantage tournée vers le développement. A. RUELLAN lance son « Projet pour l'ORSTOM ». Une profonde modification des structures est entreprise et le 5 juin 1984, un décret confère à l'ORSTOM le statut d'établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST). L'Office change de dénomination et devient « **Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération** », tout en conservant son ancien sigle d'ORSTOM dont il s'était fait un nom. Le fait que le nouveau directeur général ait passé une partie de sa jeunesse au Brésil, qu'il y travaille une partie de l'année en tant que professeur de pédologie et qu'il rédige en octobre 1984 une note intitulée « Recherche et développement en Amérique latine : réalités et priorités » ne provoquent pas un accroissement de la coopération entre l'ORSTOM et le Brésil, qui passé ses vingt ans, est devenue majeure et a pris sa vitesse de croisière.

Cette coopération continuera de fonctionner sans grands à-coups lorsque Ph. TENNESON, puis G. WINTER deviendront à leur tour directeurs Généraux de l'Institut.

Suivant, avec un certain décalage, ces changements des responsables de l'Institut, A. PERRAUD succèdera à P. DUBREUIL en avril 1984 à la représentation de l'ORSTOM/CIRAD/INRA au Brésil, mais n'assurera plus le poste de délégué de l'ORSTOM pour l'Amérique latine.

Le projet France-Brésil

A l'occasion de la visite officielle du président de la République française au Brésil du 14 au 18 octobre 1985, M. François MITTERAND et le président de la République fédérative du Brésil M. José SARNEY, annoncent publiquement le lancement du « **Projet France-Brésil** ». L'objectif de ce projet, tel qu'il est annoncé, est de développer, à l'aube du XXI^e siècle et dans tous les domaines d'activités, des relations qui, depuis plus de cinq siècles, ont déjà fait la preuve de leur intérêt mutuel et de leur créativité. Sa mise en œuvre a été confiée à deux commissaires généraux, l'ambassadeur André R. LOWIN en France, et le professeur Alexandre E. Pimenta da CUNHA, au Brésil. Présenté comme autre chose qu'une « année », le projet s'inscrit dans le long terme et inclut des opérations dans les domaines les plus divers. Il est destiné à projeter une nouvelle lumière sur l'héritage du passé et à explorer les nouvelles perspectives de coopération. Dans le cadre de ce projet, le groupe de travail de la sixième réunion franco-brésilienne de coopération technique et scientifique, réunie à Brasília en janvier 1987, décide d'entreprendre, dans le but de commémorer le vingtième anniversaire de la signature de l'Accord de coopération de janvier 1967, la rédaction d'un ouvrage de synthèse destiné à illustrer les « **vingt années de coopération scientifique et technique entre la France et le Brésil** ». Luiz Claudio CARDOSO et Guy MARTINIÈRE sont nommés coordonnateurs de l'ouvrage dont le texte sera publié conjointement en français et en portugais. Les contributions de leurs activités mutuelles sont demandées aux organismes et institutions françaises et brésiliennes. L'ORSTOM et le CIRAD sont naturellement sollicités dans le courant de l'année 1987, et font appel à Alain PERRAUD, alors représentant de l'ORSTOM et délégué du CIRAD au Brésil.

La contribution à l'ouvrage « FRANCE-BRÉSIL », 20 ans de coopération (science et technologie)

Lorsque, à la suite du décès accidentel de Alain PERRAUD au cours d'une mission de travail à Recife, Jean-Claude LEPRUN, alors affecté auprès de l'EMBRAPA à Rio de Janeiro, est appelé en hâte, pour assurer la représentation des deux organismes à Brasília, il trouve l'appel à contribution et un message de G. MARTINIÈRE lui demandant d'envoyer d'urgence cette contribution. Il apprendra alors, plus rapidement qu'il ne l'avait prévu, qu'en février 1988 l'ORSTOM développe 26 projets de coopération avec le Brésil et dispose de 34 chercheurs permanents contre 14 projets et 18 chercheurs pour le CIRAD. Il prendra connaissance de ces projets et rédigera la synthèse des activités des deux organismes, qui sera publiée dans l'ouvrage « FRANCE-BRÉSIL, 30 ans de coopération (science et technologie) », collection « Travaux et Mémoires » n° 44, de l'IEAL, en 1989.

En avril 1991, le représentant de l'ORSTOM cesse de cumuler sa fonction avec celle de délégué du CIRAD. Les deux fonctions qui « *avaient des objectifs multiples, contradictoires sous certains aspects* » selon les termes utilisés par P. DUBREUIL en 1984, devenaient trop prenantes et diversifiées pour être assurées avec efficacité par le même homme. Le CIRAD a les préoccupations de valorisation économique d'un EPIC, établissement public à caractère industriel et commercial, dont le fonctionnement dépend en partie d'activités lucratives que

L'ORSTOM, EPST n'a pas. Le GERDAT, qui était à l'origine un ensemble de départements excessivement spécialisés et autonomes, a été regroupé en un organisme unique appelé CIRAD. L'ORSTOM, en revanche, qui était un organisme unique et diversifié a été subdivisé en plusieurs départements spécialisés. Les deux organismes sont fort différents et, en partie complémentaires. La gestion commune, qui avait été à l'origine fructueuse, était devenue difficile quand la coopération a regroupé des dizaines de projets différents avec des partenaires différents et des finalités différentes.

1992, la CNUED à Rio et le début de la réalisation du présent ouvrage de synthèse

L'Institut prend, en 1991, une part active à la préparation de la conférence des Nations unies sur l'Environnement et le développement (CNUED) dénommé aussi RIO92 et qui se déroule à Rio de Janeiro en juin 1992. Durant plus d'une année, la représentation ORSTOM de Brasília prépare la participation de l'Institut à cet événement de portée mondiale. La première participation active concerne la conférence sur les Milieux arides (ICID), première conférence « parallèle » à la conférence officielle organisée à Fortaleza (Ceará). Une quinzaine de chercheurs de l'ORSTOM et des partenaires et alliés africains y présentent leurs travaux et animent des tables rondes. Une importante délégation de l'ORSTOM constituée du Président du conseil d'administration, du directeur général, de plusieurs chefs de Département et de nombreux chercheurs de l'Institut participe aux autres manifestations scientifiques : FOREST'92 ; ECOURBS'92 ; RIO CIÊNCIA 92 ; FORUM Global, etc.

Michel MOLINIER, hydrologue, en affectation depuis plusieurs années au Brésil, va succéder à Jean Claude LEPRUN à la représentation de l'ORSTOM à Brasília en octobre 1992. Ce dernier rejoint le Centre de Recherches sur les sols de l'EMBRAPA à Recife pour y effectuer sa dernière affectation brésilienne. Il prépare une synthèse de ces douze années de travaux brésiliens et... élabore et coordonne le présent ouvrage.

TÉMOIGNAGES DE PERSONNALITÉS BRÉSILIENNES

TÉMOIGNAGE DE MONSIEUR FERNANDO BARRETO R. E SILVA

**Chef de la Coordination Nordeste
du CNPS/EMBRAPA, Recife**

MON EXPÉRIENCE AUPRÈS DES CHERCHEURS DE L'ORSTOM AU BRÉSIL

Après m'être formé en agronomie à l'Ecole supérieure d'agronomie de l'université rurale du Pernambuco à Recife, en 1965, j'ai intégré la Division de pédologie et de fertilité des sols, organisme du ministère de l'Agriculture, au sein duquel j'ai fait, dès 1976, partie de l'équipe responsable de la cartographie de base des sols de la région Nordeste du Brésil.

En 1973, l'institution de recherche à laquelle j'appartenais s'est transformée, à la faveur de la création de l'Entreprise brésilienne de recherches agro-pastorales -EMBRAPA, en Service national de cartographie et conservation des sols. L'année suivante, je fus sélectionné par l'EMBRAPA pour suivre le cours de mestrado dans une université brésilienne. Le choix du lieu où se ferait le cours de post-graduation fut largement déterminé par des informations qui couraient alors, comme quoi l'université fédérale de Bahia avait reçu l'appui d'excellents chercheurs d'un organisme français, l'ORSTOM, que je connaissais peu à l'époque. C'est à peine si, en 1971, j'avais participé à un voyage de corrélation des sols dans l'Etat de Bahia, au cours duquel j'ai eu l'occasion de connaître le chercheur Boris VOLKOFF qui m'impressionna beaucoup par ses connaissances en sciences de la terre, et en particulier par la bonne volonté qu'il manifestait à travailler de concert avec les chercheurs brésiliens.

En janvier 1976, j'ai intégré l'Institut de géosciences de l'université fédérale de Bahia, où je suis resté deux années. Le cours se présentait sous une forme dynamique avec une forte participation de l'équipe des chercheurs de l'ORSTOM, parmi lesquels on remarquait les professeurs-chercheurs Boris VOLKOFF déjà cité; Gilles RICHÉ, avec lequel, jusqu'à aujourd'hui j'ai de l'amitié et une grande affinité professionnelle; André NOVIKOFF, dont l'enseignement en minéralogie des sols m'a motivé à continuer à travailler dans ce domaine de recherche; Jean BOYER, excellent didacticien, avec lequel je réussis à apprendre un peu de

sa vaste connaissance en fertilité des sols tropicaux ; Bernard DABIN, dont la vaste expérience dans le domaine de la matière organique des sols tropicaux a rendu possible la réalisation de quelques travaux de thèse ; et finalement Alain et Eliane PERRAUD, qui transmièrent leurs connaissances en chimie des sols aux étudiants du cours de post-graduation.

En fonction du domaine d'intérêt et de l'affinité que j'avais avec le professeur-chercheur Gilles RICHÉ, mon travail de dissertation de mestrado a été fait sous son orientation. Sa participation au choix du thème de la thèse «Les sols décarbonatés de la région de Irecê, Bahia» a été décisive. Aujourd'hui encore, quand mes collègues et moi nous nous souvenons du cours de post-graduation de la Bahia des années 1974-1978, nous sommes certains qu'il s'agissait là de l'époque dorée de l'Institut de géosciences de l'UFBA. Je regrette toutefois, que les professeurs brésiliens de cet Institut, ne surent pas davantage profiter de la coopération française. Fin 1976, je reviens à l'EMBRAPA afin de continuer les travaux de cartographie de sols de la région Nordeste du Brésil. Les connaissances acquises durant le cours de mestrado commencent à être mises en pratique, non seulement par moi-même, mais aussi par les collègues de l'EMBRAPA, Nivaldo BURGOS, Sérgio Costa Pinto PESSOA, Alcides CARDOSO et Dêlcio Peres HOCHMULLER, qui avaient également suivi le cours de l'UFBA, et ces connaissances eurent un impact sur la qualité des travaux que nous étions en train de réaliser dans diverses régions du Brésil.

Il est certain que le système de classification des sols utilisé au Brésil a été très influencé par la «Soil Taxonomy» de l'USDA. Cependant, la relation de la distribution des sols dans le paysage avec les processus de morphogénèse et la vision française des processus pédogénétiques ont contribué au perfectionnement de notre système taxonomique.

En 1977, j'ai fait la connaissance de certains chercheurs de l'ORSTOM qui travaillaient en coopération avec la SUDENE (Surintendance de développement du Nordeste), dans les domaines de l'hydrologie, de la gestion et de la conservation des sols tropicaux. J'ai eu alors l'occasion de connaître le chercheur Jean-Claude LEPRUN qui plus tard ira travailler au Service national de cartographie et conservation des sols de l'EMBRAPA, à Rio de Janeiro.

En 1979, une fois de plus, je fus sélectionné par l'EMBRAPA pour préparer ma thèse de doctorat dans une université étrangère. De nombreux contacts furent pris avec des universités américaines, en particulier «Texas A & M University» et françaises, comme l'université de Dijon. J'optais finalement pour la France. Les formalités en vue de la préparation du doctorat d'Etat en France étaient bien avancées lorsque, chef d'une famille nombreuse, j'eus connaissance de la cherté de la vie en Europe. Je changeais alors mes plans et résolus de préparer mon doctorat au Brésil. Un autre facteur décisif de cette décision fut la forte intégration que je continuais à avoir avec le personnel de la mission française au Brésil, et particulièrement à São Paulo. Une fois de plus Boris VOLKOFF et le professeur José MELFI avec lequel il était en liaison, furent à l'origine de mon entrée à l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo-USP.

A partir de 1981, j'ai commencé à suivre les cours dans cet institut où, comme à l'UFBA entre 1974 et 1977, il existait une forte participation des chercheurs de l'ORSTOM, parmi lesquels Boris VOLKOFF, Armand CHAUVEL, Jean-Jacques TRESCASES, Roland TROMPETTE et Jean DELVIGNE. Mes relations professionnelles et humaines avec ces chercheurs de haut niveau, aussi bien brésiliens que français furent excellentes. Le professeur Adolpho José MELFI a été, à mon avis, l'une des personnalités brésiliennes les plus importantes dans la mise en place et le succès de la coopération franco-brésilienne. Sous son orientation, j'ai réalisé un travail de thèse intitulé «Les cambissols de la portion centrale de la province structurale de la

Mantiqueira et leurs relations avec les latosols. Altération et pédogenèse.», et ai obtenu le grade de docteur en géosciences, spécialité géologie générale et applications.

En 1985, après la conclusion de cette thèse à l'USP, je suis revenu à l'EMBRAPA à Recife, et ai repris mes activités normales de recherche. Lorsqu' en 1988, la cartographie systématique des sols de la région Nordeste du Brésil, d'une superficie de 1 600 000 km², à des échelles variant entre 1/400 000 et 1/1 000 000 selon les États fut terminée, j'ai jugé opportun d'élaborer une synthèse des connaissances accumulées durant plus de deux décades par toute l'équipe de l'EMBRAPA. Gilles RICHÉ et moi nous sommes trouvés de nouveau réunis pour réaliser cette synthèse qui a abouti au zonage agro-écologique de la région Nordeste du Brésil. La méthodologie adaptée aux conditions de la région qui a été utilisée met en évidence une nette influence de l'école française et en particulier porte la marque de l'habileté de Gilles RICHÉ à caractériser le milieu. Ce travail, le premier du genre réalisé au Brésil, est à mon sens une contribution importante de la coopération franco-brésilienne. Je me dois de signaler la participation du chercheur Jean-Philippe TONNEAU du DSA-CIRAD dont le dévouement et l'efficacité dans l'élaboration de toute la partie agro-socio-économique de ce travail impressionnèrent beaucoup les chercheurs brésiliens les plus expérimentés et eurent une influence décisive sur la formation des plus jeunes.

Dans les années 1987 et 1988, à la faveur de la convention ORSTOM/EMBRAPA et des bonnes relations avec les Français, j'ai eu l'occasion de développer quelques travaux de recherche dans le domaine de la minéralogie des sols dans les laboratoires de l'ORSTOM à Bondy, travaux réalisés avec les chercheurs Gilles RICHÉ et Jean-Claude LEPRUN et l'appui déterminant des techniciens de ces laboratoires.

Je me dois de citer la participation de Patrick SECHET au développement du module local de la région Nordeste de la banque de données des sols «SISSOLOS». Patrick et le collègue Jerônimo ALMEIDA (décédé), ont tous deux, avec leurs expériences respectives, formé un grand duo qui a contribué de manière décisive au succès du projet SISSOLOS.

Je considère également importante la contribution à la SUDENE de l'hydrologue Eric CADIER à la précieuse connaissance du fonctionnement des petits bassins et du stockage de l'eau dans les «açudes» du Nordeste

Un autre chercheur de la coopération franco-brésilienne qui mérite d'être signalé est Jean-Claude LEPRUN. Sa vaste expérience acquise durant de nombreuses années dans les pays africains a rendu possible la réalisation de travaux de grande importance pour la région Nordeste. Son esprit communicatif, la facilité avec laquelle il sait créer des amitiés, l'ont fait connaître et respecter par la communauté scientifique de la région. Comme représentant de l'ORSTOM-CIRAD au Brésil il a été particulièrement dynamique et a contribué de manière décisive à la contribution de ces organismes. Après avoir été déchargé de la représentation de l'ORSTOM au Brésil, LEPRUN, comme il est connu parmi les Brésiliens, est revenu dans le Nordeste. Il en avait gardé de bons souvenirs, en raison peut-être des similitudes qui existent entre le Nordeste brésilien et les pays africains qui avaient marqué les débuts de sa vie professionnelle. A partir de 1993, LEPRUN a développé ses activités au Centre national de recherche des sols - CNPS - Coordination de la région Nordeste ; dont le siège est situé à Recife. Malgré son court séjour et l'engagement de réaliser une synthèse des 30 ans d'activités de l'ORSTOM au Brésil qui lui a pris beaucoup de temps, ensemble nous avons eu de très bonnes relations professionnelles et d'amitié. Nous avons réalisé quelques travaux, parmi lesquels se détache celui de l'étude des couvertures pédologiques de certaines zones du Nordeste réalisé avec la participation active du chercheur de l'ORSTOM René BOULET, affecté à l'Institut de géosciences de São Paulo, USP.

Mon affinité envers Jean-Claude LEPRUN a débouché sur la proposition qui me fut faite de passer un an à l'Institut de géologie de Strasbourg, pour continuer les travaux de pédologie commencés au Brésil et y présenter un post-doctorat.

Aujourd'hui, après être resté pratiquement 20 années en contact avec les chercheurs de l'ORSTOM, je suis certain du haut niveau de leur contribution à la formation des plus jeunes, et surtout au développement d'une meilleure connaissance scientifique dans le domaine des sciences de la terre. Je pense également qu'ils ont appris, à notre contact, un peu de notre connaissance et de notre sensibilité des sols brésiliens.

Je pense aussi, ainsi que de nombreux autres Brésiliens, que depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'influence de la culture française au Brésil perd du terrain et que la formation professionnelle des jeunes Brésiliens est de plus en plus influencée par les Nord-Américains. Je crois qu'un effort plus important venant des universités françaises donnerait aux jeunes scientifiques brésiliens qui le souhaitent de nouvelles possibilités de formation.

Fait à Recife le 8 mars 1994

F. BARRETO R. e SILVA

TÉMOIGNAGE DE MONSIEUR SILVIO C. C. CAMPELLO NETTO

**Ancien chef du Département des ressources naturelles
de la SUDENE, Professeur et chef du Département
du génie civil à l'UFPe, Recife**

UNE EXPÉRIENCE DE COOPÉRATION TECHNIQUE FRANCO-BRÉSILIENNE ORSTOM/SUDENE DANS LE DOMAINE DE L'HYDROLOGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES

HISTORIQUE

La coopération technique avec l'ORSTOM a commencé à la SUDENE en 1961, à partir d'un programme de coopération technique franco-brésilienne monté entre la SUDENE et l'ASMIC française sous la supervision technique de la SCET-COOP. Il s'agissait de réaliser les études de base du Val du Rio Jaguaribe, dans l'État du Ceará, entièrement situé dans le polygone des sécheresses dans la zone semi-aride du Nordeste. Ces études de base se proposaient d'élaborer un Plan de valorisation des ressources naturelles du bassin du Jaguaribe qui servirait de modèle pour la réalisation d'études similaires dans d'autres bassins du Nordeste. L'ORSTOM était responsable des études hydrologiques et pédologiques. Dès le début des travaux une

équipe, la contrepartie brésilienne, a été constituée, incluant la participation d'ingénieurs du DNOCS et de jeunes professionnels embauchés par la SUDENE. Pour cela les divisions d'hydrologie et pédologie de la SUDENE ont cédé du personnel au groupe d'étude du Val de Jaguaribe - GEVJ - qui constituait jusqu'alors la base de la coopération technique ; le DNOCS a fourni les ingénieurs et hydromètres pour les activités de bureau et de terrain. La mission de l'ORSTOM était constituée du personnel permanent de l'hydrologie, un technicien supérieur et deux techniciens de niveau moyen, et un inspecteur qui effectuait des voyages réguliers de supervision. Le secteur de pédologie était monté sur le même schéma. L'hydrologie maintenait une base dans le Sud du bassin (Crato) et une autre au nord (Bas Jaguaribe). Ces équipes continuèrent leur travail jusqu'en 1966, au moment où se termina l'accord de coopération avec l'ASMIC. Je pense que la coopération ne s'est pas étendue à d'autres zones à cause de la nouvelle politique introduite au Brésil sous l'impulsion de l'USAID dans la coopération étrangère en 1964, à la suite d'un brusque changement de gouvernement. La SUDENE signa bien un contrat avec la SCET-COOP pour l'élaboration d'un Plan directeur pour l'irrigation de quelques périmètres du Val de Jaguaribe à partir de 1967 et 1968, mais l'ORSTOM ne participa pas à ce travail. En 1968, quand j'ai assumé la charge de directeur adjoint du Département des ressources naturelles de la SUDENE, nous avons repris contact avec le Service hydrologique de l'ORSTOM par l'intermédiaire de M. Pierre DUBREUIL, qui vint en mission de reconnaissance au Brésil. A ce moment-là, la Division d'hydrologie de la SUDENE s'occupait exclusivement du réseau hydrométrique du Nordeste, et restructurait le réseau météorologique. Le Département pensait alors bien changer la politique d'action de la Division d'hydrologie. La responsabilité du réseau hydrométrique passa ainsi sous le contrôle du DNAEE, organisme national et celle du réseau météorologique passa sous le contrôle de l'INMET. La SUDENE eut alors la charge d'identifier les potentialités, de développer les études d'appui à la planification régionale et de rechercher les informations capables d'apporter des réponses aux mises en valeur hydrologiques de taille petite et moyenne. Ces travaux, ayant comme contrepartie toute la Division d'hydrologie de la SUDENE, ont commencé à se développer en 1969-1970. Les études se prolongèrent jusqu'en 1992, lorsque l'ORSTOM mit fin à ses activités hydrologiques à la SUDENE. La contribution de l'ORSTOM se manifesta également par une mission auprès de la Division de pédologie avec la participation de M. LEPRUN. Ce dernier fournira lui-même les détails de cette coopération. La coopération de l'ORSTOM, par le biais de sa convention avec la SUDENE s'étendit jusqu'à l'université fédérale du Ceará, en ce qui concerne la post-graduation et la maîtrise en ressources en eau, avec la participation de G. HIEZ (1975). Il s'agissait de développer une action dans le domaine de l'étude des bassins représentatifs et de la formation du personnel.

Personnel technique qui participa à cette coopération recherche du côté brésilien. Étape du groupe d'études du val du Jaguaribe :

Hydrologie

Manoel Sylvio Carneiro CAMPELLO NETTO

Ruy NOBREGA

Vicente PONTES (décédé)

Maria Celeste BASTOS MAIA

De ces quatre ingénieurs, seul Vicente PONTES n'effectua pas un stage à l'ORSTOM, en France, entre 1965 et 1966. Les techniciens de niveau moyen Pedro SALVADOR et Raimondo MACHADO se joignirent à l'équipe.

L'opération des bassins expérimentaux et représentatifs fut totalement intégrée à la Division d'hydrométéorologie de la SUDENE, avec la participation active de Aydil GUSMÃO et de

Marcelo MENEZES et Benedito ZELAQUETTI comme chefs de Division, et des ingénieurs Faustino CAVALCANTI et Pedro SANGUINETTI, ces derniers ayant effectué un stage en France. Manoel Sylvio C. CAMPELLO obtint son diplôme de docteur-ingénieur dans le cadre du programme des bassins représentatifs, ces derniers constituant le thème de sa thèse.

RÉSULTATS OBTENUS

Ils sont contenus dans les rapports des bassins du Jaguaribe : « Monographie Hydrologique du Jaguaribe » et « Eaux superficielles », tous deux traduits et édités par la SUDENE, « Normes climatiques et hydrologiques du Bassin du Jaguaribe » dont les auteurs sont P. DUBREUIL et Sylvio CAMPELLO.

La création de la série *Hydrologia* du Département des ressources Naturelles permit la diffusion de 30 travaux sur les résultats des bassins expérimentaux, en liaison avec la coopération franco-brésilienne ORSTOM/SUDENE/universités du Ceará et de la Paraíba. La publication du « Manuel du petit açude » est le point culminant de cette coopération, il faut y ajouter celle, récente, de la thèse de doctorat de E. CADIER par l'ORSTOM.

Les résultats des activités de la coopération avec l'ORSTOM ont été présentés lors de chaque congrès de l'Association brésilienne de ressources hydriques à partir de 1975 (voir la bibliographie contenue dans la thèse de CADIER).

Fait à Recife le 30 novembre 1993

*Prof. Manoel Sylvio Carneiro CAMPELLO NETTO
Chef du Département du génie civil de l'UFPe*

TÉMOIGNAGE DE MONSIEUR JEAN-MARIE FLEXOR

**Chercheur titulaire du CNPq/Observatoire national,
Rio de Janeiro**

SUR L'ACTIVITÉ DE L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION (ORSTOM) AU BRÉSIL

Ma première rencontre avec des chercheurs de l'ORSTOM s'est produite en 1971, à l'université fédérale de Bahia (UFBa). A cette époque, une convention de coopération scientifique dans le domaine de la pédologie avait été signée entre l'Institut de géosciences de

l'UFBA et l'ORSTOM, dans le but de développer des études sur la pédogenèse et l'évolution de la matière organique et également dans le but d'installer un laboratoire d'analyses des sols. A cette même époque, s'achevait, sous ma responsabilité, la construction du Laboratoire de physique nucléaire appliquée (LFNA) de l'Institut de physique de l'UFBA. Ce laboratoire abritait un ensemble instrumental des plus sophistiqués incluant notamment : des chaînes de datation par le radiocarbone, de spectrométrie de masse (isotopes stables), de spectrométrie alpha et gamma, et enfin, de spectrométrie d'absorption atomique. Grâce à la participation des chercheurs de l'ORSTOM, il fut possible d'orienter certaines recherches du LFNA vers les sciences du sol en utilisant les propriétés nucléaires des matériaux. Ainsi, les interventions de B. DABIN, G. SIEFFERMANN et ultérieurement de B. VOLKOFF furent décisives dans le développement des recherches sur la dynamique de la matière organique dans les sols en utilisant les isotopes stables et le radiocarbone. Celles-ci se sont concrétisées par la publication de plusieurs articles et la soutenance de plusieurs thèses. Ces travaux, réalisés il y a plus de vingt ans, sont encore actuellement considérés comme pionniers.

En 1976, un avenant à la convention entre l'UFBA et l'ORSTOM, permit la venue à Salvador de Louis MARTIN. Ce chercheur fut affecté au LFNA de l'Institut de physique afin de mettre en place un programme de recherche dont le but était de reconstruire d'anciennes positions du niveau relatif de la mer à partir de datations par le radiocarbone. Au cours de la période 1976-1981, ces activités de recherche furent menées dans le cadre de l'UFBA et, à partir de 1981, elles se poursuivirent à l'Observatoire national de Rio de Janeiro, Institut de recherche du CNPq. La nécessité d'officialiser ce programme de recherche auprès du CNPq entraîna la mise en place d'une convention générale entre le CNPq et l'ORSTOM qui régit depuis, une grande partie des programmes de coopération internationale entre l'ORSTOM et des organismes brésiliens.

La finalité de ce programme était d'obtenir, le long du littoral brésilien, une vision globale de l'évolution du niveau moyen relatif de la mer au cours du Quaternaire, dans le but de mettre en évidence :

- 1) son implication sur les mécanismes de sédimentation littorale ;
- 2) des corrélations entre des anomalies gravimétriques et des zones de sédimentation (pièges sédimentaires) ;
- 3) des indices de déformation de la surface du géoïde et,
- 4) des corrélations avec des paramètres paléoclimatiques.

Grâce aux datations au ^{14}C obtenues au LFNA / UFBA, il a été possible d'effectuer un grand nombre de reconstructions d'anciennes positions du niveau moyen de la mer dans le temps et dans l'espace. A partir de ces données, plusieurs courbes de variation du niveau relatif de la mer au cours des 7 000 dernières années sur plusieurs secteurs du littoral brésilien ont pu être construites. Il fut ainsi possible de montrer que, comme cela avait été établi pour le littoral de l'État de Sao Paulo, les variations du niveau relatif de la mer avaient été un des facteurs essentiels de l'évolution du littoral de l'État de Bahia. Les travaux réalisés sur cette partie de la côte brésilienne se sont traduits par environ 40 articles et communications et par la confection de la carte des formations quaternaires littorales publiée par le secrétariat des Mines et de l'Energie du gouvernement de l'État de Bahia.

Après l'affectation de Louis MARTIN à l'Observatoire national dans le cadre de la nouvelle convention CNPq / ORSTOM, le Projet « **Variations du niveau moyen de la mer le long du littoral brésilien et leurs implications dans la sédimentation côtière. Corrélation avec des**

paramètres de nature géophysique et paléoclimatique» fut mis en place. Parallèlement, l'étude des plaines sédimentaires situées à l'embouchure de cours d'eau importants, commencée à Salvador, fut complétée par l'étude de celles des rios Paraíba do Sul, Jaguaribe et Parnaíba. Ceci permit d'élaborer un modèle de construction totalement différent de celui des modèles classiques.

Les nombreuses reconstructions d'anciennes positions du niveau de la mer effectuées concernent plus de 3 000 km du littoral brésilien. Les courbes de variation du niveau relatif de la mer qui ont été construites à partir de ces données montrent des variations qui ont été interprétées comme un indice de déformation de la surface du Géoïde.

Un carottier à vibrations et une plate-forme fluctuante, conçus par Louis MARTIN, ont été construits à l'atelier de l'Observatoire national. Cet équipement a permis d'obtenir des carottes de sédiments non perturbés de 10 à 12 m de longueur. Grâce à cette possibilité, une nouvelle phase d'étude de la zone littorale a pu être initiée. En effet, de telles carottes rendaient possible une étude plus détaillée de certaines régions et, en permettant l'obtention de données en trois dimensions, il a été possible de compléter les informations déjà obtenues sur la genèse des dépôts littoraux et sur les mécanismes de leur déposition. A partir de 1985, la recherche d'indicateurs de variations paléoclimatiques, dans le but d'établir des corrélations avec les indicateurs continentaux étudiés dans le cadre du Projet CNPq / ORSTOM «**Paléoclimats intertropicaux**», fut initiée. Les travaux ont été focalisés sur la recherche de possibles enregistrements de modifications globales de la circulation atmosphérique au cours de l'Holocène. Ainsi, une étude détaillée de la morphologie de la plaine côtière du Rio Doce (ES) a permis de mettre en évidence 10 périodes d'inversion du sens de la dérive littorale au cours des 5 000 dernières années. Ces inversions ont pu être reliées à des modifications de la direction des houles dominantes à la suite de modifications de la circulation atmosphérique générale, comme cela s'est produit en 1983, en conséquence de l'existence d'un important événement El Niño. Cette année-là, les «fronts froids» sont restés bloqués dans le sud du Brésil, les houles du secteur sud n'ont pas atteint la région de l'embouchure du Rio Doce, les pluies ont été très excédentaires dans le sud et déficitaires dans le Nordeste.

En 1990, les deux projets CNPq/ORSTOM «**Paléoclimats intertropicaux**» et «**Variations du niveau de la mer le long de la côte brésilienne et leurs implications dans la sédimentation côtière. Corrélation avec des paramètres d'origine géophysique et paléoclimatique**» ont été regroupés dans un projet unique intitulé : «**Étude de l'évolution des milieux côtiers et continentaux au cours du dernier cycle climatique (derniers 120 000 ans)**». Les activités qui sont développées actuellement dans le cadre de ce projet correspondent à la partie «paléomilieux» du Programme intégré, «Ecosystèmes et Paléoécosystèmes des forêts tropicales du Brésil, ECOFIT BRASIL», monté par l'ORSTOM. Les résultats obtenus pour les écosystèmes anciens ont permis de reconstruire les variations des milieux continentaux pour une période de temps couvrant les 30 000 dernières années et même dans certains cas (Serra dos Carajás, en Amazonie et Colônia Paulista, São Paulo), le dernier cycle climatique (120 000 ans). A partir de ces données, il a été possible de proposer un modèle conceptuel (scénario) pour l'évolution paléoclimatique de l'Amérique du Sud au cours des 7 000 dernières années. Ce scénario permet une meilleure compréhension des mécanismes qui contrôlent le régime météorologique global et, par conséquent, des climats passés et actuels avec une répercussion sur la prévision des modifications futures du milieu.

Une analyse détaillée de la géométrie des cordons littoraux recouvrant les terrasses sableuses holocènes des plaines côtières du Rio Doce et du Rio Paraíba do Sul a permis de mettre en évidence d'importantes discontinuités dans leurs alignements. Ces troncatures correspondent à deux types d'érosion : 1) générales et, 2) locales. Les érosions générales ont été associées à deux périodes d'élévation du niveau relatif de la mer entre 3 900-3 600 et 2 800-2 500 ans B.P. Les érosions locales sont le résultat de modifications de la dynamique littorale en conséquence d'inversions du sens du transport littoral. Ainsi, la première zone de progradation, mise en place entre 5 100 et 3 900 ans B.P., a été construite sous l'effet de conditions hydrodynamiques engendrées par un transport littoral en moyenne du sud vers le nord. Cependant, dans la plaine côtière du Rio Doce, à sept reprises le transport s'est effectué du nord vers le sud. Dans la plaine côtière du Rio Paraíba do Sul, le nombre des inversions observées est moins important. Ces inversions, d'une durée de quelques dizaines d'années, ne peuvent s'expliquer que par une modification du régime des houles et par conséquent de celui des vents.

En période de forts événements El Niño, des anomalies pluviométriques et des modifications du régime des vents sont observées dans différentes régions d'Amérique du Sud. Ainsi, durant l'événement El Niño de l'année 1983, les systèmes frontaux étant restés bloqués dans le sud du littoral brésilien, les houles du Sud qui leur sont associées, n'ont pas atteint la région de l'embouchure du Rio Doce, ce qui a rendu actives les houles du nord-est et entraîné une inversion du sens du transport littoral. Ces observations ont conduit à la formulation d'un modèle reliant les inversions de quelques dizaines d'années de durée enregistrées dans les plaines du Rio Doce à l'existence de conditions de type El Niño. Celles-ci correspondent à des situations climatiques passées qui, en moyenne, ont provoqué le même type de perturbations que celles qui se produisent au cours des forts événements El Niño observés durant les dernières décades. Elles semblent correspondre à des phases basses de l'oscillation australe. Dans le but de confirmer cette hypothèse, les données fournies par les cordons littoraux de la partie centrale du littoral brésilien ont été comparées à celles d'autres enregistrements paléoclimatiques de régions où les événements El Niño laissent des marques très nettes :

- 1) fluctuations du niveau du lac Titicaca (Altiplano bolivien) ;
- 2) enregistrements sédimentaires et polliniques d'un lac d'Amazonie orientale ;
- 3) modifications du niveau du Rio Xingu (Amazonie orientale) et,
- 4) variations des apports sableux à l'embouchure des fleuves Piura et Chira dans le désert de Sechura (Pérou).

Les occurrences de conditions de type El Niño ont été nombreuses avant 3 900-3 600 ans B.P., absentes entre 3 900-3 600 et 2 800-2 500 ans B.P. et peu fréquentes après 2 800-2 500 ans B.P.

Ma collaboration avec des chercheurs de l'ORSTOM, durant toutes ces années, a été très fructueuse comme on peut le constater à partir de la description des principaux résultats obtenus. Je pense que celle-ci représente une forme de coopération réellement bilatérale qui doit être maintenue dans les années à venir.

TÉMOIGNAGE DE MADAME ADÉLAÏDE MUSSI SANTOS ET DE MONSIEUR SYLVIO DE QUEIRÓS MATTOSO

**Ancienne coordinatrice et ancien coordinateur
du projet d'enseignement et de recherche
ORSTOM/IG-UFBa à Salvador**

LA PARTICIPATION DE L'ORSTOM À L'UNIVERSITÉ FÉDÉRALE DE BAHIA, DÉPARTEMENT DE GÉOCHIMIE, 1969-1994

En 1960, est implanté à l'université fédérale de l'État de Bahia - UFBa, le Programme de géochimie, dont une convention lie l'UFBa, le Département national de la production minérale, DNPM, et l'United States of Geological Survey, USGS. L'objectif de ce Programme est de vérifier si les connaissances dans le domaine de la Géochimie peuvent, au Brésil, s'appliquer à la prospection minérale.

Pour développer ce programme, le recteur Edgard SANTOS, crée le laboratoire de géochimie qui recrute alors des professeurs et des chercheurs dans divers secteurs des sciences de la terre.

Dès son implantation, le Laboratoire de géochimie reçoit un appui financier du Conseil national de recherches - CNPq, et d'autres Institutions d'aide à la recherche.

Avec le développement de ses activités de recherche et l'expérience acquise par ses chercheurs, et à la recherche de connaissances plus profondes incorporant tout le processus géopédologico-géochimique, une meilleure intégration avec d'autres disciplines proches est suggérée, ce qui a pu être réalisé juste après, à la faveur de la réforme de l'Université.

En 1969, l'UFBa met en place cette réforme qui crée les Instituts de recherche de base. Ainsi, naît l'Institut de géosciences avec quatre départements distincts, l'un d'eux, le Département de géochimie, absorbant les anciens laboratoires de géochimie, de géomorphologie, la pédologie, la minéralogie et la pétrographie, et une partie de la géologie générale.

Le Département de géochimie développe ses activités, assumant l'enseignement de la licence, commence les cours de spécialisation et de maîtrise, et ouvre l'éventail de ses projets de recherches. Parvenu à ce stade, le programme de géochimie est alors en plein développement. Le Cours de post-graduation en géosciences avec trois secteurs de concentration : géochimie, pédologie et géomorphologie est alors mis en place.

Pour renforcer le cours de mestrado et avoir droit à sa reconnaissance par les organismes fédéraux tels que le Conseil national de recherches - CNPq, la CAPES, le Conseil fédéral de l'Éducation et autres, il est important d'accroître son encadrement professoral par la présence de professeurs titulaires du doctorat et de chercheurs de haut niveau scientifique et expérimentés dans les domaines des sciences de la terre.

Le CNPq a toujours accompagné et appuyé le développement des programmes du Département de géochimie.

En 1969-1970, par le biais de la convention avec le CNPq, nous obtenons la participation de Jean BOYER, chercheur de l'ORSTOM qui dispense un cours de spécialisation en pédologie

au niveau de la post-graduation. Le cours obtient un grand succès et il est important de reconnaître qu'il éveilla l'intérêt de la communauté scientifique de diverses universités du Brésil par l'importance donnée aux études intégrées de pédologie et géochimie. Les premiers contacts entre le Département de géochimie de l'UFBA et les chercheurs de l'ORSTOM sont pris. Sans l'ombre d'un doute, Jean BOYER a été l'un des principaux responsables de la coopération qui a commencé en 1969 et s'est renforcée durant ces vingt-cinq ans de participation intégrée, après la signature, en 1971, d'une convention d'intérêt mutuel entre les deux Institutions.

Il convient de mettre l'accent sur le haut niveau des chercheurs de l'ORSTOM qui, que ce soit par leurs missions de courte ou de longue durée ou par leurs disciplines scientifiques ou la durée de leurs missions et permanences, se sont faits remarquer, aussi bien par leur enseignement des différentes disciplines du cours de post-graduation en géosciences dans les domaines de la géochimie et de la pédologie, qu'au cours de l'orientation des recherches et de l'encadrement des élèves sur le terrain.

Certains chercheurs de l'ORSTOM ont eu une participation importante au niveau du cours de spécialisation de prospection géochimique, en enseignant certaines disciplines liées à la pédologie dont les aspects technico-scientifiques étaient complémentaires du programme du cours. Ce cours reçut un financement du ministère des Mines et de l'Energie - PLANFAP qui était lié par convention avec le Département de géochimie pour le recyclage de ses propres ingénieurs, la plupart d'entre eux étant en formation en géologie.

La participation et la contribution des chercheurs et ingénieurs de l'ORSTOM au Département de géochimie de l'Institut de géosciences de l'UFBA, de Jean BOYER, Gaston SIEFFERMANN, Boris VOLKOFF, Gilles RICÉ, André NOVIKOFF, Alain PERRAUD jusqu'à Pierre SABATE (ce dernier encore lié à l'heure actuelle au Programme) ont été extrêmement utiles et productives pour l'UFBA, et lui ont permis d'atteindre, au plus haut niveau, les objectifs définis par le programme de géochimie.

En 1980, appelée par le recteur de l'UFBA, le Pr Luiz Fernando Seixas de Macêdo COSTA, pour exercer la fonction de surintendante de l'Académie, j'ai dû restreindre ma participation aux activités d'enseignement de maîtrise et de recherche. Le Pr. Sylvio de Queirós MATTOSO devient responsable de la coordination du Programme de recherche de post-graduation en géosciences et, par voie de conséquence, assure la supervision de la convention ORSTOM-UFBA.

Pour cette raison, et dans le but de fournir un témoignage plus complet et fidèle de ces vingt-cinq ans d'un heureux et productif échange, je joins à mon témoignage celui du Pr Sylvio MATTOSO, qui est le suivant :

PERFORMANCE DE LA MISSION ORSTOM À L'UNIVERSITÉ DE BAHIA, Département de géochimie.

- L'ORSTOM a atteint les objectifs fixés par le groupe du Programme de géochimie de l'UFBA :
- en orientant ses travaux en pédologie de manière à permettre l'intégration de cette discipline à la géochimie et à la géologie ;
 - en facilitant la réalisation, au Brésil, des premières études de géochimie de la surface, liées à la pédologie ;
 - en collaborant à l'organisation et au montage du laboratoire de pédologie à l'IG-UFBA et à la formation du premier groupe de techniciens de laboratoire dans cette spécialité ;
 - en constituant un exemple de la manière de faire de la recherche scientifique, former les mentalités et de préparer de bons professionnels pour l'avenir ;

- en aidant à la formation de jeunes Brésiliens qui aujourd'hui réalisent des travaux importants pour le pays, ces stages de formation étant effectués aussi bien au Brésil qu'en France, dans les domaines de la géochimie et de la pédologie ;
- en contribuant à l'accroissement des connaissances de la pédologie et de la géochimie au Brésil, par les publications ou par l'orientation bibliographique des étudiants de maîtrise ou plus tard, de professionnels de la discipline ;
- en orientant des recherches qui aboutissent à d'importants mémoires de maîtrise.

EXPANSION DES ACTIVITÉS DE L'ORSTOM AU BRÉSIL

«La tête de pont culturelle [scientifique] établie par l'ORSTOM dans la ville de Salvador de Bahia se caractérise par l'établissement d'une image extrêmement favorable de cette institution française. En peu de temps, les ingénieurs et chercheurs ont ouvert de nouveaux fronts de recherche dans d'autres centres d'étude de Bahia et d'autres États du Brésil : EPABA (Entreprise de recherche agro-pastorale de Bahia), CBPM (Compagnie bahanaise de recherche minérale), EMBRAPA (Entreprise brésilienne de recherches agro-pastorales), université de São Paulo - USP, université de Campinas - UNICAMP et autres.

AUTRES ASPECTS DE L'INTERVENTION DE L'ORSTOM À L'IG-UFBA

(Institut de géosciences-Département de géochimie).

Les ingénieurs et chercheurs de l'ORSTOM qui ont travaillé à l'UFBA, peuvent être considérés comme des personnes cordiales, travailleuses, gentilles, ayant une haute idée de leur métier et du succès de leur mission en pays étranger, et des qualités humaines élevées.

Ils ont su bien s'adapter aux conditions locales, intéresser les jeunes Brésiliens à leurs activités de recherche et constituer un exemple d'éthique de travail. Ils ont formé et laissé derrière eux de nombreux disciples disséminés dans tout le territoire brésilien.

La quantité et la qualité du travail, et surtout l'exemple et la philosophie de ce travail, le haut niveau de camaraderie, la facilité à se faire des amis, le respect professionnel, la capacité d'intéresser les jeunes, la compréhension des problèmes du pays et leur facile adaptation, enfin toute leur activité à l'UFBA, ont été placés sous le sceau de la qualité.

Je considère difficile d'identifier, entre plus d'une douzaine d'ingénieurs et chercheurs de l'ORSTOM qui passèrent par l'UFBA, lequel s'est le plus distingué. L'équipe était très homogène si l'on considère l'ensemble des caractéristiques personnelles de chacun.

Dans ces conditions, il me paraît donc important, si l'on considère les résultats hautement positifs obtenus par les deux institutions, que la coopération ORSTOM-IG-UFBA continue et même s'amplifie. Je crois même que de nouveaux horizons vont s'ouvrir et que des bénéfices plus grands encore pourront être obtenus dans l'avenir (fin du témoignage de S. MATTOSO).

Pour conclure mon témoignage, je ne peux m'empêcher de remercier la direction générale de l'ORSTOM, qui, durant la gestion de M. CAMUS, m'a fourni la possibilité de visiter quelques-uns des centres avancés de recherche en Afrique, en France et dans d'autres pays, ce qui a contribué à accroître ma formation professionnelle.

Salvador, 18 mars 1994

ADELAIDE MUSSI SANTOS

TÉMOIGNAGE DE MONSIEUR ADOLPHO JOSÉ MELFI

**Ancien coordinateur des projets ORSTOM/IG-USP,
pro-recteur de post-graduation de l'USP, São Paulo**

LA PRÉSENCE DE L'ORSTOM À L'UNIVERSITÉ DE SÃO PAULO

L'université de São Paulo ne pouvait pas ne pas s'associer aux festivités commémoratives du cinquantenaire de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération - ORSTOM - en raison du rôle important que cette institution a assumé en faveur de la coopération internationale Nord/Sud. D'un autre côté, l'USP se devait d'apporter le témoignage du haut niveau de son action pour le développement des équipes de recherche à l'université de São Paulo, en particulier dans le domaine des sciences de la terre, au travers des programmes de coopération technique et scientifique commencés à la fin de la décade de 60.

A cette époque, il existait à l'Institut de géosciences de l'USP un groupe de jeunes chercheurs intéressés au développement d'un nouveau domaine des sciences de la terre, jusque-là pratiquement inconnu au Brésil. Ce nouveau domaine avait comme intérêt scientifique majeur l'étude des formations latéritiques et des processus d'altération des principales roches des régions tropicales.

Ce type d'étude se démarquait à l'époque comme un facteur prépondérant pour les pays en voie de développement, qui possèdent une économie dépendant fortement de l'exploitation de leurs ressources naturelles, extraites dans leur grande majorité des formations latéritiques (minerais, eau, aliments, matériel de construction, etc.). Cependant, le manque de spécialistes en la matière et l'absence de tradition dans cette branche de recherche rendaient difficile le développement du groupe, restreint à l'époque à trois chercheurs et deux élèves de post-graduation.

En 1969, une rencontre fortuite, à São Paulo, avec le Pr Hugues FAURE, alors président de la Commission scientifique de géologie de l'ORSTOM, permit au groupe de connaître l'Institution française, sa manière de travailler en coopération et l'importance du travail réalisé par ses chercheurs dans différentes régions du monde, dont les conditions bioclimatiques se rapprochent beaucoup de celles rencontrées au Brésil. Cette rencontre fut fondamentale pour notre groupe, car elle a permis d'établir les bases d'une importante collaboration, construite sur une solide base scientifique.

Deux aspects principaux de cet échange furent considérés comme prioritaires : l'aspect scientifique et la formation. Tous deux furent couronnés de succès comme l'attestent le nombre de publications dans les revues nationales et internationales, la présentation des communications dans les congrès, les dissertations de mestrado et les thèses de doctorat défendues. D'ailleurs, l'aspect formation a été d'une importance vitale pour la consolidation du groupe, car au travers de l'insertion d'élèves de post-graduation dans tous les projets développés en collaboration, on est arrivé à former toute une génération de chercheurs de haut niveau qui, aujourd'hui, diffusent les connaissances acquises non seulement à l'USP, mais également dans d'autres universités et centres de recherches brésiliens.

Un autre point de cette collaboration qui mérite d'être souligné est l'ouverture que l'ORSTOM a rendu possible aux chercheurs brésiliens en France, grâce à ses antennes scientifiques dans les meilleures universités françaises qui ont fonctionné comme base d'appui pour de nombreux contacts scientifiques qui se matérialisèrent par des actions tripartites, toutes bien réussies.

En conclusion, nous aimerions présenter à l'ORSTOM nos chaleureux compliments, en réaffirmant nos souhaits que les mêmes idéaux scientifiques et de collaboration qui jalonnèrent son parcours durant ces cinquante ans, continuent fermes et présents dans l'avenir.

TÉMOIGNAGE DE MONSIEUR SEIXAS Mário Alves

**Chef de l'Agence de Coopération Internationale (ACI)
de l'EMBRAPA à Brasília**

BREF HISTORIQUE DE LA COOPÉRATION DE L'ORSTOM AVEC L'EMBRAPA

La nécessité de maintenir la recherche et le développement à un niveau compatible avec les avancées de la science et de la technologie conduit l'EMBRAPA à une intensification de ses activités dans le secteur international avec les pays développés, pour le transfert et l'adaptation de technologies aux écosystèmes brésiliens.

Au travers de la coopération technique, l'EMBRAPA s'est insérée dans le contexte de la communauté scientifique internationale et plus précisément avec la France, avec laquelle la coopération commença, sous forme institutionnalisée, à partir de 1978.

La méthodologie employée pour le développement des actions de coopération entre l'EMBRAPA et la France a inclus, outre les activités du projet de recherche proprement dit, la réalisation de missions, stages de formation et réunions annuelles bilatérales. Au cours de ces réunions sont relatées les activités développées durant l'année, la programmation pour l'année suivante et les considérations générales sur la coopération en tant que telle.

En 1980, une convention a été signée entre l'EMBRAPA et l'ORSTOM. Actuellement quatre projets avec l'ORSTOM sont en cours mais ces projets ont tendance à être toujours plus fédérateurs et amples en termes d'institutions, thèmes, régions et aspects globaux.

Au cours de la XV^e Réunion annuelle bilatérale, réalisée en novembre dernier, et dont le compte rendu contient la situation actuelle des projets en cours, il a été mis en évidence que la coopération, durant l'année 1993, surpassa celle des années antérieures, si l'on considère que les deux parties réalisèrent le plan prévu pour la période considérée et dans la mesure où les difficultés inhérentes à chaque institution ont été surmontées.

LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE DE L'ORSTOM AVEC LE BRÉSIL

CARACTÉRISTIQUES ET PARTICULARITÉS

QUE REPRÉSENTE LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE ENTRE LA FRANCE ET LE BRÉSIL?

Certains éléments de ce qui suit ont été empruntés à différents rapports élaborés par le Service culturel de l'ambassade de France à Brasilia pour ce qui concerne la coopération française s./ avec le Brésil, et à l'ouvrage «France-Brésil vingt ans de coopération» (L.C. CARDOSO et G. MARTINIÈRE coordonnateurs, 1989) pour ce qui concerne les partenaires et la coopération scientifique avec l'ORSTOM.

Analysant la place du Brésil dans la coopération française, on constate que ce pays ne représente pas, par le montant des crédits affectés par la France à sa coopération culturelle, scientifique et technique, un partenaire prioritaire. Le Brésil vient en effet au 31^e rang des partenaires internationaux de la France en 1991 et a reçu moins de 1 % des crédits géographiques affectés par la France à sa coopération culturelle, scientifique et technique, ministères des Affaires étrangères et de la Coopération réunis. En 1991, les crédits programmes destinés au Brésil se montaient à 73,2 MF. Malgré ce bilan, le Brésil reste, de très loin, le premier partenaire de notre coopération en Amérique du Sud. Il convient de noter que les crédits des organismes de recherche français ne sont comptabilisés dans ce montant de 73,2 MF. En 1987, les moyens propres consacrés par ces organismes au Brésil pouvaient être évalués à 45 MF. Une estimation de l'enveloppe générale des dépenses de l'ORSTOM en 1990 pour sa coopération avec le Brésil, salaires compris, se montaient à 24 MF. Ce montant, qui constituait alors 2,7 % du budget total de l'ORSTOM, représentait l'effort de recherche le plus important consenti par cet organisme en Amérique latine et l'une des contributions les plus importantes apportées à un pays de l'étranger traditionnel.

Les données de l'effort de recherche du Brésil et celles consacrées à la coopération scientifique internationale manquent, mais on sait en revanche la part croissante prise par le gouvernement brésilien dans le cofinancement de la recherche grâce à l'institutionnalisation de la

coopération. Il s'agit en particulier de la prise en charge des bourses de formation en France qui se monterait à environ 20 MF. Le cofinancement de la coopération scientifique avec la France se situerait entre 50 et 75 %, ce qui représente un effort très important. On sait également qu'en 1987, le CNPq a dédié 119,3 M US\$ aux bourses d'études. La France absorberait 20 % des boursiers brésiliens à l'extérieur, ce qui la placerait à la seconde place derrière les États-Unis qui en reçoivent 40 %. Plus d'un millier de boursiers et stagiaires brésiliens séjournent ainsi en France chaque année. Entre 1979 et 1987, 146 étudiants brésiliens ont préparé leur doctorat en France.

Au-delà de ces chiffres, il faut reconnaître **que des relations particulières lient la France et le Brésil**, et que l'histoire place la coopération française dans ce pays dans une **position privilégiée**. Dans le passé, la France a joué un rôle déterminant dans la formation des élites intellectuelles, scientifiques, politiques. La prise de conscience par la société brésilienne des principes et valeurs politiques, de la démocratie, des droits de l'homme, de la constitution, s'est en grande partie produite en s'inspirant de la France. Avant la deuxième guerre mondiale, le français était enseigné préférentiellement comme seconde langue et était la langue des arts et des sciences. Après 1964 et l'installation du régime militaire, de très nombreux intellectuels brésiliens ont trouvé refuge en terre française, sont devenus professeurs dans les universités parisiennes, ont vécu mai 1968. Ils sont maintenant revenus dans leur pays et n'ont pas oublié. Mais **cette influence française au Brésil est en déclin** et la coopération culturelle et scientifique actuelle a un rôle important dans son maintien. Comme l'essentiel de la coopération scientifique et technique française passe par ses organismes spécialisés tant du côté français (l'ORSTOM étant, de loin le plus important par ses effectifs et les crédits affectés), que du côté brésilien (CNPq, EMBRAPA, CAPES) grâce aux arrangements complémentaires à l'accord de 1967 signés à partir de 1980, il convient de conserver cette institutionnalisation de la coopération qui présente, comme on aura l'occasion de le voir plus loin, bien des avantages.

LE CADRE BRÉSILIEN DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Il convient avant tout de dresser succinctement le cadre général du pays. Le Brésil est le plus grand pays d'Amérique latine (sa superficie de 8,5 millions de km² représente plus de seize fois la France) et le plus peuplé (145 millions d'habitants au recensement de 1987). Son produit intérieur brut se montait en 1989 à 303 milliards de dollars US soit un PIB *per capita* de US\$ 2 058. Il est la huitième puissance industrielle du monde occidental, dépassant l'Espagne et possédant un parc industriel équivalent à ceux de la Corée, de Singapour, de Hong-Kong et de Formose réunis. Il est le seul pays du Tiers Monde à fabriquer toute la gamme des biens à technologies intermédiaires et à se hisser au plus haut niveau dans certaines technologies de pointe. Le Brésil est le premier producteur mondial de café et de canne à sucre, le second pour les agrumes (jus d'orange) et le cacao, le troisième pour le soja, la maïs et les bovins. Ses ressources minières en potentiel, diversité et production sont impressionnantes. Le potentiel énergétique brésilien est gigantesque et la capacité de ses centrales hydroélectrique atteignait 50 000 mégawatts en 1988. Le taux de croissance, tous secteurs réunis a été de plus de 5 % en moyenne entre 1950 et 1964 et depuis 1983, la balance commerciale brésilienne est largement positive et dépasse les dix milliards de dollars annuellement. L'excédent commercial a atteint 19 milliards de dollars en 1988, soit les montants atteints par le Japon et

la RFA. Mais le Brésil c'est aussi une instabilité monétaire tragique, une inflation mensuelle à deux chiffres, un endettement record, des inégalités sociales criantes insupportables. C'est, enfin, un pays politiquement calme, différent à cet égard de ses voisins latino-américains. C'est dans un tel contexte économique, politique et social que les chercheurs de l'ORSTOM réalisent une coopération scientifique originale et exigeante, différente à bien des égards de celles menées avec les autres pays du sous-continent américain et du continent africain.

Le Brésil possède une communauté scientifique importante et des domaines de recherche très diversifiés. Le niveau de la recherche brésilienne dans certains de ces domaines tels que l'armement, l'aéronautique, des secteurs de la mécanique de précision, de la médecine et de la recherche pétrolière, est comparable à celui atteint par les pays développés. Dans de nombreux autres domaines le Brésil se trouve en état de dépendance technologique. Dans une note datée de 1985 intitulée «Les conditions de l'autonomie scientifique du Brésil», Rigas ARVANITIS, chercheur de l'ORSTOM, souligne que le déséquilibre marqué du développement entre les régions (Nord-Est pauvre, Sud riche) et la véritable «paranoïa» de l'idéologie technocratique brésilienne fondée sur l'exportation à outrance rendent encore plus difficiles les choix de la coopération. Une grande disparité existe au niveau du type de recherche selon qu'elle est faite par les centres de recherche des entreprises nationales ou des institutions de recherche technologiques et scientifiques universitaires (pôles São Paulo, Rio de Janeiro). Une autre caractéristique du système brésilien est la très forte emprise de l'Etat qui finance 75 % de toute la recherche. Enfin, l'autre caractéristique du système brésilien est sa dépendance technologique vis-à-vis de l'étranger. Les orientations des nouvelles lignes de recherche tentent de corriger ce travers. Depuis peu le CNPq fournit une liste de secteurs de recherche prioritaires et l'EMBRAPA tente de combler le handicap pris dans certains domaines de la génétique, de la biotechnologie et du contrôle de qualité. **Le pragmatisme qui est un trait marquant de ce pays** et de son peuple pousse de plus en plus la recherche vers les projets finalisés. Il existe d'autre part, en opposition avec ce qui précède, une certaine complaisance de la recherche universitaire brésilienne qui la pousse à choisir les sujets d'étude académiques.

En revanche, la France, que ce soit dans le domaine des sciences exactes, des sciences naturelles ou dans celui des sciences humaines, a toujours été portée vers la recherche fondamentale. Un autre aspect de la recherche française est l'attrait du particularisme. Les brésiliens se demandent souvent pourquoi les chercheurs français sont tant attirés par les minorités.

Le moins qu'on puisse dire est que si les objectifs des deux communautés scientifiques divergent quelquefois, les intérêts se complètent et chacune d'entre elles peut s'enrichir au contact de l'autre.

LE FONCTIONNEMENT DE LA COOPÉRATION AVANT LA SIGNATURE DES ACCORDS-CADRES

Avant 1980, les projets de recherche naissaient de relations personnelles et professionnelles entre les intervenants français et brésiliens et étaient l'objet d'accords ponctuels entre l'ORSTOM, les organismes et les universités. Aucune évaluation commune n'était prévue, chaque convention était particulière, en particulier pour ce qui concernait les contributions financières brésiliennes. Il faut savoir qu'en 1980, ces contributions disparates représentaient, pour l'ensemble de conventions passées avec l'ORSTOM, un total mensuel qui variait selon

l'inflation entre 65 et 100 KF. La SUDENE par exemple versait mensuellement à chaque chercheur de l'ORSTOM l'équivalent du salaire d'un de ses ingénieurs. La convention avec l'UFBA et UFPE de Fortaleza prévoyait le versement mensuel d'une contribution pour chaque chercheur de la convention. Le montant de toutes ces contributions était reversé sur un compte que le régisseur à Recife, employait pour régler les frais de fonctionnement administratif et scientifique non couverts par les conventions. Car, outre ces versements, les conventions stipulaient que les frais de fonctionnement usuels (local et conditions de travail, voyages intérieurs et frais de déplacements sur le terrain, etc.) étaient à la charge de l'organisme-hôte, et, dans la majorité des cas, ces engagements étaient respectés. Durant plusieurs années, la régie ORSTOM du Brésil a ainsi pu fonctionner en autarcie.

LES PARTENAIRES

Après la signature des accords constitués d'arrangements complémentaires à l'accord général de coopération de 1967 signés à partir de 1980, la coopération de l'ORSTOM au Brésil s'est constituée **exclusivement avec deux entités**. Ces entités sont le CNPq pour tout ce qui touche aux projets scientifiques menés avec les universités, les instituts d'université, les institutions et organismes scientifiques autonomes et les unités de recherche dépendant du CNPq, et l'EMBRAPA pour tout ce qui concerne les projets à finalités agricoles.

LE CNPq

Créé en 1951 comme organisme de consultation et de financement rattaché à la Présidence de la République, le CNPq, Conseil national de développement scientifique et technologique, est devenu, en 1974, une Fondation dépendante du secrétariat à la Planification de la présidence de la République. En 1985, il est rattaché au ministère de la Science et de la Technologie, récemment créé. Les principales attributions du CNPq sont :

- conseiller le ministère de la Science et Technologie dans la formulation, l'exécution, le suivi, l'évaluation et la diffusion de la politique nationale de science et technologie;
- promouvoir, inciter et financer le développement, l'acquisition et la maintenance de l'équipement de la recherche scientifique et technique ainsi que la formation des ressources humaines qualifiées dans tous les domaines de la connaissance;
- promouvoir, créer et soutenir les mécanismes de collecte, d'analyse, chargement, diffusion et échange des données et informations sur le développement de la science et de la technologie;
- réaliser directement la recherche scientifique et technique par l'intermédiaire des institutions qui lui sont rattachées;
- appuyer et promouvoir les activités de coopération internationale en science et technologie, aussi bien en ce qui concerne l'échange de chercheurs et l'élaboration de projets et programmes conjoints de recherche qu'en ce qui a trait à la formation des ressources humaines;
- assurer les services et l'assistance technique dans tous ses domaines de compétence.

En 1975 est signé l'important accord entre le CNRS et le CNPq. A partir de 1980, des

accords sont signés avec différents organismes français : CEFI, INSERM, **ORSTOM (02-01-1981)**, FIAS, CIRAD, etc.

Pour donner une idée de l'importance des ressources annuelles allouées au CNPq, il suffit de fournir le montant versé pour l'année 1987, qui a été de 230,7 millions de dollars US. Les ressources destinées aux bourses d'études sont passées de 54,6 millions en 1986 à 119,3 millions en 1987.

Parmi les unités de recherche avec lesquelles collabore l'ORSTOM et qui dépendent du CNPq il faut citer :

- **le musée Paraense Emilio Goeldi (MPEG)**, à Belém, rattaché au CNPq depuis 1955, qui déploie une intense activité destinée, selon l'un de ses directeurs, Guilherme de La PENHA, à promouvoir et sauvegarder le patrimoine de l'Amazonie, par la constitution d'une banque de données dynamique et la réalisation d'activités scientifiques contribuant à la définition d'une politique autosuffisante de développement de la région.
- **L'observatoire national (ON)** de Rio de Janeiro, créé en 1827 par l'empereur Dom PEDRO I. Outre ses activités dans le domaine de la recherche fondamentale, l'ON a entrepris d'importants travaux d'application : délimitations des frontières, confection de cartes géographiques, réseau gravimétrique, etc.

L'EMBRAPA

L'Entreprise brésilienne de recherche agro-pastorale, EMBRAPA, a été créée par le gouvernement fédéral en décembre 1972 afin de coordonner et promouvoir les recherches agronomiques dans le pays. L'EMBRAPA est une entreprise publique, rattaché au ministère de l'Agriculture, disposant d'une autonomie financière et administrative. Elle est dotée d'un statut de personnalité juridique de droit privé.

Son fondement institutionnel d'entreprise lui permet de constituer un système national intégré et coopératif de recherche entre les entreprises d'Etat, les services de vulgarisation et d'application, les universités et les entreprises privées.

Son objectif est d'utiliser avec le maximum d'efficacité, les connaissances scientifiques dont dispose le Brésil et d'acquérir les connaissances à l'étranger afin d'améliorer la qualité de vie de la population rurale du pays. Dans cette optique, l'EMBRAPA a signé des accords de coopération avec plusieurs pays. Avec la France les accords concernent l'INRA (6-10-1980), le CIRAD et l'ORSTOM (8-10-1980).

L'EMBRAPA dispose :

- de **centres nationaux de recherche par produit** caractérisés par une forte concentration de ressources humaines et financières et dont la zone d'intervention dépasse les États et les régions (ex. Centre national de recherches sur l'embouche des bovins (CNP GC basé à Campo Grande, MT);
- de **centres de ressources** qui se consacrent essentiellement au développement des ressources naturelles, avec pour objectifs l'exploitation rationnelle des aires spécifiques s'appuyant sur des études de relations produit-sol-environnement (ex : le Centre de recherche sur le tropique semi-aride, CPATSA basé à Petrolina, PE);
- d'**unités de recherche** ou UEPAE dans les États ou territoires qui développent des travaux de création et d'adaptation de technologies concernant des produits d'intérêt local;
- de **services spéciaux** comme le Service national de cartographie et conservation des sols (SNLCS) basé à Rio de Janeiro, et qui possède des antennes régionales.

LE FONCTIONNEMENT DE LACOOPÉRATION APRÈS LA SIGNATURE DES ACCORDS-CADRES

Que ce soit avec le CNPq ou avec l'EMBRAPA, les modalités de fonctionnement sont sensiblement les mêmes. Les salaires et les voyages internationaux des chercheurs de l'ORSTOM au Brésil sont à la charge de l'Institut français. L'organisme brésilien fournit les moyens de travail, c'est-à-dire les voyages à l'intérieur du pays, les frais de déplacement, le local et les fournitures professionnelles. Il n'y a plus de contribution financière pour les chercheurs. Pour ce qui concerne les missions et stages, les modalités diffèrent selon que la durée du stage. Pour les missions de courte durée, égale ou inférieure à un mois, l'institution qui envoie la mission assume toutes les obligations financières concernant les salaires, charges sociales, le voyage et les indemnités de mission. De son côté, l'institution d'accueil se charge seulement des frais de transport pour les missions de travail à l'intérieur de son territoire. Pour les missions et stages de longue durée, l'institution d'accueil prend en charge le transport de travail à l'intérieur de son territoire et les indemnités de mission ou une contrepartie forfaitaire versée sous la forme d'allocation mensuelle. Ce dernier point est valable seulement pour les stagiaires de l'EMBRAPA. Dans le cas de thèses qui motivent une permanence de plusieurs années en France, le CNPq et l'EMBRAPA versent des bourses en conséquence. L'ambassade de France offre chaque année quelques bourses de stages de courte durée en France, le voyage étant pris en charge par l'institution brésilienne.

Depuis quelques années, en raison des difficultés économiques, les frais de fonctionnement des recherches ne sont plus entièrement pris en charge par l'institution brésilienne et le chercheur de l'ORSTOM doit, le plus souvent faire appel aux crédits de recherche alloués par l'unité de recherches à laquelle il appartient. C'est le cas par exemple pour l'acquisition du matériel de micro-informatique et la participation aux congrès. Le montant des crédits affectés à la recherche par le CNPq et l'EMBRAPA a **fortement chuté** ces dernières années, et cela pose parfois des problèmes, mais l'effort brésilien en faveur de la **formation à l'extérieur** reste prioritaire et exemplaire.

CARACTÉRISTIQUES ET PARTICULARITÉS DE LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE DE L'ORSTOM AVEC LE BRÉSIL

La formulation et le cheminement du projet

Contrairement à ce qui se passait avant 1980, tout projet ou programme de recherche envisagés par l'un ou l'autre des deux partenaires doit, depuis la signature des accords, présenter un intérêt réciproque et devient alors **un projet commun, établi après analyse, discussion et accord mutuels**. En général, la demande émane d'une institution brésilienne qui manifeste son intérêt et son besoin de collaboration et envoie cette demande au secteur de la coopération internationale du CNPq ou de l'EMBRAPA à Brasília. Le plus souvent l'EMBRAPA fournit le profil du chercheur souhaité. Sollicité, l'ORSTOM, généralement par le canal de sa représentation à Brasília, envoie, en l'instruisant, la demande pour analyse et réponse au respon-

sable des relations extérieures puis aux instances scientifiques intéressées. L'accord obtenu, le projet est établi dans les formes requises, présenté à une commission brésilienne qui l'analyse, donne son avis et peut proposer des modifications ou demander des compléments d'informations.. Depuis quelques années l'ABC (Agence brésilienne de coopération), qui dépend du ministère brésilien des Relations extérieures (Itamaraty), doit analyser préalablement le projet et donner son aval, ce qui complique le cheminement bureaucratique et retire aux institutions de recherche, au CNPq et à l'EMBRAPA, leur autonomie et souveraineté d'action en matière de priorités de recherche et qui a donné lieu, dans un passé récent, à quelques frictions. Ce processus présente cependant l'avantage d'assurer au chercheur français une existence légale au Brésil, de faciliter l'établissement des formalités et la délivrance des documents d'identité brésiliens et du visa annuel.

Les équipes, le profil des chercheurs

L'équipe qui exécute le projet est mixte. Elle est constituée par un ou plusieurs chercheurs français associés à une équipe brésilienne de chercheurs, techniciens et du personnel d'appui conduite par un coordinateur. Le coordinateur brésilien peut être ou ne pas être la contrepartie directe du chercheur français pour constituer un tandem qui travaille en collaboration totale et en parfaite harmonie. Le choix de ce coordinateur est donc extrêmement important pour la bonne marche du projet.

Les chercheurs français sont, en règle générale, des «**permanents**», c'est-à-dire affectés à temps complet pour toute la durée du projet, soit en moyenne quatre à cinq ans. Il arrive qu'en fin de projet, sa réorientation permette une participation sous forme de missions à partir de la France. Les missions de courte durée ne sont prévues que dans le cas d'appui ou d'évaluation. Ce sont, dans la majorité des cas, des chercheurs ou des techniciens «seniors», c'est-à-dire aguerris et compétents, qui possèdent une large expérience dans leurs domaines. Leur bagage universitaire est tel qu'il leur permet, lorsque le cas se présente, et il est fréquent, d'encadrer et orienter une thèse ou un magistère. Ce sont donc généralement des «docteurs». Le titre est dans ce cas important car il est pris en haute considération par les partenaires, il permet d'orienter des thèses de doctorat et libère le chercheur français de la préoccupation de préparer lui-même une thèse sur place et d'utiliser à ses seuls fins des données communes qui appartiennent au projet, ce qui peut se révéler être une source de conflits.

Les Brésiliens ne connaissent généralement pas bien la signification des diplômes français. Ils ne possèdent pas de système de grandes écoles et méconnaissent leur hiérarchie parfois subtile, même si un certain classement se fait jour depuis peu entre les différentes écoles supérieures brésiliennes, les écoles d'agronomie par exemple. Un ingénieur agronome est au Brésil, qu'il soit issu de l'IAC de Campinas ou de l'UFRPE de Recife, un ingénieur agronome à part entière. Les Brésiliens donnent la même valeur au diplôme dispensé par l'Institut agronomique de Paris qu'à ceux délivrés par les ENSA des villes de province françaises. En revanche, ils donnent beaucoup de prestige et de droits au titulaire de doctorat et PhD. Le profil du chercheur brésilien dressé par G.M. MARTINS et R. QUEIROZ (Revue brésilienne de technologie, 6, 1987) nous apprend que le Brésil comptait, en 1986, 3,5 millions de diplômés de niveau supérieur parmi lesquels 53 000 chercheurs, soit 1,5 % de la population ou 4 chercheurs pour 10 000 habitants. Les traits dominants de cette population de chercheurs sont les suivants : une domination des hommes (68 % contre 32 % de femmes), mais cette proportion a tendance à augmenter; la prépondérance des sciences de l'ingénieur (17,5 %) et des sciences agraires (17,2 %), viennent ensuite les sciences exactes et de la terre (15,1 %), de la santé (13,8 %),

les sciences biologiques (11,5 %), les sciences humaines (11,3 %), les sciences sociales appliquées (10,3 %), les lettres et les arts (3,3 %). 26 % de l'ensemble des 53 000 chercheurs ont le niveau du doctorat, ce pourcentage passant à 56 % si l'on joint doctorat et maîtrise. Plus de 15 % des chercheurs ont été formés à l'étranger, en particulier en sciences humaines et en sciences de la terre qui représentent chacune un quart du total. Ce sont en majorité des chercheurs qui y ont préparé et obtenu un titre de docteur. Plus de la moitié des chercheurs brésiliens soit 54,6 %, travaillent dans la région Sud-Est (São Paulo, Rio de Janeiro). On note une présence massive de chercheurs dans les institutions d'enseignement supérieur (86,6 % des chercheurs du niveau doctorat) et près de 92 % de ces chercheurs appartiennent à des institutions publiques, fédérales pour la plupart. Enfin, il faut noter qu'après l'Inde, le Brésil est le principal producteur de publications scientifiques du Tiers Monde.

Quelques différences entre cette coopération et celles menées avec d'autres pays

Il a été souligné plus haut que les projets sont fondés et établis en commun **à partir d'objectifs et d'intérêt communs**. Les équipes de recherche sont **mixtes**. Les chercheurs français sont compétents dans leur domaine, sont permanents et connaissent donc bien le pays, les mentalités et les problèmes. Il **s'agit d'une vraie intégration**. Les partenaires sont de vrais partenaires : on travaille avec eux et non pas seulement à côté d'eux. Cette véritable et remarquable immersion des coopérants dans différents contextes brésiliens frappe les visiteurs qui viennent pour la première fois dans ce pays.

Les moyens mis à la disposition de la recherche sont également communs, abondance et restrictions sont partagées. Le cofinancement souvent important de la recherche commune n'est pas un caractère fréquent des coopérations scientifiques réalisées dans d'autres pays et régions du monde. Les laboratoires et le matériel sont ceux des partenaires. Il existe bien quelques rares véhicules appartenant à l'ORSTOM pour des besoins administratifs ou scientifiques précis, mais l'essentiel du parc automobile appartient et est géré par les partenaires. Il en est de même du personnel d'appui.

Les résultats, les innovations sont également communs et partagés. Publications et valorisations se font d'un commun accord. En général, les publications sont consignées et il arrive que toute l'équipe soit mentionnée. Les publications se font en général d'abord en portugais et sont ensuite reprises en français ou en anglais lorsqu'il s'agit de synthèses. Ce n'est pas le cas pour tous les pays où travaille l'ORSTOM.

Tout chercheur qui arrive au Brésil réalise rapidement que la clé de son insertion, de son autonomie et de sa réussite réside dans la **domination de la langue**. La plupart se laissent prendre à la magie de la langue portugaise et à sa musique. Elle recèle bien des avantages. C'est d'abord une langue latine. Elle est par ailleurs rigoureusement la même dans l'ensemble du pays et tous les étrangers et immigrants l'apprennent et l'emploient rapidement. Certains en font même ensuite un usage excessif qui leur font malheureusement perdre la pratique de leur langue maternelle. La langue est, sans aucun doute, le principal instrument de l'unité de cet immense pays aux déséquilibres régionaux et sociaux si criants. L'emploi du portugais est une preuve de la volonté de compréhension, de rapprochement et d'efficacité du chercheur français.

Enfin, **les évaluations scientifiques sont également en commun** lors d'une réunion conjointe réalisée annuellement soit à Brasília, soit à Paris. Les projets en cours y sont examinés, réorientés si besoin est, et les projets nouveaux y sont analysés. Les projets sont alors approuvés et reconduits, peuvent faire l'objet d'une évaluation complémentaire, ou ne sont pas reconduits. Des membres des équipes de recherche participent à ces réunions et inter-

viennent pour exposer leurs difficultés et présenter leurs travaux et résultats. A la demande de l'un des deux partenaires, un projet peut être recentré ou plusieurs projets peuvent être regroupés. Le système a été amélioré par la mise en place d'un système plus équilibré fait de contacts plus fréquents. Ces évaluations permettent de faire le point des travaux en cours, d'identifier les problèmes, les cohérences, les délais, la qualité, la valorisation et la diffusion des résultats obtenus. L'atmosphère de ces réunions est toujours empreinte d'une très grande courtoisie faite de franchise et de respect mutuel.

Il paraît opportun, à ce niveau de la caractérisation de la coopération de l'ORSTOM avec le Brésil, de tenter une rapide comparaison des grands traits de cette coopération avec celle, traditionnelle, menée avec les autres pays, africains en particulier. En règle général, il est possible d'avancer qu'en Afrique :

- les pays étant plus petits, moins peuplés, moins industrialisés, plus ruraux que le Brésil, les projets de recherche concernent des espaces et des terroirs moins vastes, des sociétés moins nombreuses, et sont, en conséquence de portée plus réduite. Les actions de recherche-développement sont ponctuelles, modestes, concernant de petites zones et une faible population qui utilisent des technologies de bas niveau et de faible coût. Mais la taille des pays favorise l'accès aux données et contribue à une meilleure centralisation et possibilité de diffusion des résultats;
- les activités principales de recherche ont longtemps concerné et concernent parfois encore l'acquisition de données de base et la réalisation d'inventaires de ressources naturelles et de documents cartographiques qui sont souvent complets et de très bonne qualité;
- les travaux de recherche sont en général moins finalisés et moins portés vers l'utile, le productif, mais plutôt orientés vers une connaissance de base des milieux naturels, écologiques et humains dont la diffusion est largement ouverte vers l'extérieur;
- les sources de financement de la recherche sont essentiellement externes et ce financement est donc dépendant et aléatoire.

Au Brésil, en revanche :

- le pays est unique, immense, possède des frontières agricoles et des mégapoles, est industrialisé, est plus peuplé et plus riche que les pays africains. Les technologies agricoles sont plus développées, à coût plus élevé, portées vers la production et l'exportation. Les études concernent de vastes surfaces, les projets sont ambitieux. Par contrecoup la décentralisation et la régionalisation sont extrêmes;
- les données de base existent le plus souvent, souvent en grande quantité. Les inventaires et les cartographies sont faits, mais sont souvent incomplets, sommaires. Ces données sont disséminées, publiées dans des rapports et notes techniques internes difficiles d'accès ou inutilisées, et les synthèses complètes ne sont pas nombreuses. Certains domaines touchant à la biologie, à la faune, à la flore et aux milieux naturels sont en revanche encore mal connus et très pauvres en inventaires de base. Ainsi la connaissance des écosystèmes amazoniens, nordestins et des savanes centrales et de leurs transformations en agrosystèmes est très insuffisante;
- le financement de la recherche est largement pris en charge par le pays lui-même, et l'effort de recherche et de formation du gouvernement brésilien, malgré une situation économique difficile, est remarquable;
- les travaux de recherche sont finalisés, quelquefois à l'extrême, répondant au fort pragmatisme ancré dans les mentalités.

L'OPINION DES CHERCHEURS FRANÇAIS. QUELQUES SUGGESTIONS POUR AMÉLIORER CETTE COOPÉRATION

Dans ce qui suit, les opinions de différents chercheurs contenues dans leurs contributions sont présentées par domaine d'étude. Même si ces opinions constituent parfois une répétition du contenu de certains dossiers, elles permettent de prendre conscience, avant la lecture de ces dossiers, des multiples facettes de cette coopération et de se faire une idée de la manière dont la coopération est ressentie et quel est, dans sa diversité, l'éventail des suggestions d'amélioration proposées.

ANTHROPOLOGIE

Bruce ALBERT, MPEG, Belém puis UnB, Brasília

Tout comme sa collègue Dominique BUCHILLET, B. ALBERT a été chargé d'effectuer des enquêtes et des expertises pour la défense des peuples autochtones d'Amazonie. Ces travaux d'expertise sont régulièrement exercés auprès d'administrations brésiliennes (services du procureur de la République, Fondation nationale de la santé, Institut brésilien de l'environnement, Fondation nationale de l'Indien) et de diverses ONGs brésiliennes et françaises (CCPY et CEDI, Sao Paulo; APC, Brasília; Survival International et Médecins du Monde, Paris). Pour B. ALBERT il s'agit d'enquêtes sur l'invasion des terres yanomami par les chercheurs d'or réalisées pour le cabinet du procureur de la République à Brasília en 1990 et une participation à la Commission spéciale d'investigation sur la question yanomami créée par l'*American Anthropological Association* en 1991. Et le chercheur français de conclure : *«Au regard d'un débat international souvent mal informé et sensationnaliste sur la forêt amazonienne et les Indiens, ce projet a cherché à produire des connaissances concrètes au service des populations autochtones et à les faire prendre en compte par les responsables locaux du développement amazonien.»*

Dominique BUCHILLET, MPEG, Belém puis UnB, Brasília

Pour D. BUCHILLET, la réalisation de divers travaux d'expertise et/ou d'assessorat auprès d'organismes et institutions brésiliens scientifiques ou indigénistes, gouvernementaux ou non gouvernementaux a permis de mettre à profit sa spécialité de recherche et sa connaissance ethnographique de la région du haut Rio Negro. La recherche développée en coopération par la chercheuse française prétend *«... contrecarrer l'opinion, très répandue parmi les médecins, agents et/ou institutions de santé, selon laquelle les médecines traditionnelles sont condamnées à disparaître sous l'implantation des structures de soins occidentales ou sous l'apparition de nouvelles maladies face auxquelles elles se révéleraient totalement inefficaces... Parmi les axes prioritaires de recherche, il semble essentiel d'insister sur l'importance et la nécessité de recherches en anthropologie de la maladie qui se font urgentes face à la situation sanitaire déplorable de nombreux groupes indigènes et qui sont indispensables dans la mise en place de services et programmes d'assistance sanitaire, permettant de chercher les moyens d'adapter ou d'ajuster le modèle médical occidental aux ressources (conceptions et pratiques) thérapeutiques locales.»*

CLIMATOLOGIE-OCÉANOGRAPHIE

Jacques SERVAIN, INPE, São José dos Campos (SP)

Voici, pour le chercheur français, ce qu'il conviendrait de faire : « Il s'agit en fait de fortifier la coopération avec l'INPE... Notre expérience dans le domaine de la modélisation océanique est maintenant reconnue au niveau international... le fait d'aider le Brésil à acquérir cette expérience ne peut être que profitable à l'ensemble des deux communautés... tout ceci suppose à plus ou moins brève échéance le montage de nouveaux projets océanographiques avec l'INPE, projets qui auraient pour objet le traitement des mesures satellitaires; la modélisation océanique, la prévision diagnostique de la saison des pluies au Nordeste,... Parallèlement à ces projets l'invitation de chercheurs brésiliens sur poste d'accueil en France devrait se poursuivre et être favorisée. Un support pour la coopération franco-brésilienne, différent de celui de l'étude des fluctuations du climat tropical, devra aussi trouver sa place dans le projet d'un programme IGBP sur l'Amazonie (IGBP pour **I**nternational **G**eosphere **B**iosphere **P**rogram). Ce programme, qui est actuellement en gestation au sein de l'ORSTOM, aura pour objectif d'étudier l'interaction terre-océan entre le bassin amazonien et l'Atlantique tropical. Il devra faire appel à des multiples disciplines (océanographies physique et chimique, sédimentologie, hydrologie, télédétection, modélisation, etc...) et le Brésil sera **forcément** impliqué dans cette expérience. Le futur navire de l'ORSTOM qui sera particulièrement dédié à l'étude de cette partie de l'Atlantique pourra être utilisé dans des actions communes entre équipes scientifiques françaises et brésiliennes. »

ÉCOLOGIE

Maurice LOURD, phytopathologiste, et les chercheurs en poste à l'INPA, Manaus

En mars 1990, le responsable de l'antenne ORSTOM de Manaus, Maurice LOURD avec la collaboration des chercheurs en poste dans cette ville, Olga COLLART ODINETZ, Odile LESCURE, Armand CHAUVEL, Michel JEGU et Jean-Paul LESCURE, rédigeait, à l'intention des responsables de l'ORSTOM en visite au Brésil une note intitulée « **L'ORSTOM en Amazonie centrale. Bilan et perspectives** ». Certains passages de cette note qui illustrent bien les divers aspects de la coopération dans cette importante et difficile région brésilienne sont intégralement retranscrits ici. La première partie de cette note, qui traite des deux projets menés à Manaus avec l'INPA « Modifications écologiques liées à l'exploitation agro-sylvicole de la forêt » et « Etude et mise en valeur des ressources d'eau douce en Amazonie » ne sera pas reprise ici car ces deux projets font l'objet de dossiers détaillés qui figurent dans cet ouvrage.

Difficultés de la recherche en coopération au Brésil et plus particulièrement en Amazonie

Par définition, la recherche en coopération implique la participation effective de chacun des partenaires à l'effort de recherche. Ceci veut dire que chacun contribue au programme commun de recherche par l'apport de ressources humaines, techniques et financières, selon les textes de convention cosignés par les autorités concernées. En ce qui concerne plus particulièrement l'accord avec le CNPq et l'INPA, il convient de reconnaître que l'aide technique et financière du partenaire brésilien s'amenuise au fil des ans... Cette situation n'est malheureusement pas spécifique au Brésil et semble se généraliser en Amérique du Sud compte tenu des difficultés financières que le pays de ce continent doivent affronter.

Les coupes budgétaires très sévères qui affectent les ressources financières de la recherche d'Etat, font que les institutions qui dépendent du gouvernement fédéral, dont l'INPA, ne disposent pratiquement plus de crédits de fonctionnement. Ceci revient à dire que, non seulement l'ORSTOM met à la disposition de l'INPA les chercheurs, mais assure également, et pour l'essentiel, le fonctionnement des programmes dans lesquels ils sont impliqués, par l'entremise des crédits alloués aux actions budgétées. Jusqu'en 1988, la contrepartie financière du CNPq a permis de prendre en charge les déplacements et frais de mission des chercheurs à l'intérieur du Brésil et, occasionnellement à l'extérieur...

Les structures de recherche en Amazonie souffrent également du manque de personnel scientifique stable et qualifié. L'instabilité de nos partenaires les rend susceptibles de sortir à tout moment d'un projet soit pour coopérer avec une autre institution, soit pour changer d'emploi ou de lieu géographique. Les difficultés de vie en Amazonie, les maigres salaires de la recherche et l'absence d'une politique scientifique clairement définie au sein de l'INPA sont les principales causes de cette situation.

Grandeurs et misères de la vie du chercheur ORSTOM à Manaus

La recherche en coopération est un exercice difficile, voire périlleux, pour qui n'est pas préparé à en affronter les aléas. Fort heureusement, cet exercice faisant partie de la vie des Orstomiens, les personnels impliqués dans la coopération avec l'INPA possèdent l'expérience indispensable à la bonne conduite de leur mission. Pour chacun d'entre nous, après la phase nécessaire d'adaptation et d'acquisition de la langue portugaise, l'intégration au sein des équipes brésiliennes ne pose pas de problème majeur. Par ailleurs, l'immensité du champ d'étude que constitue l'Amazonie suffit à stimuler les enthousiasmes et à créer une vraie dynamique au sein des équipes, l'actualité brûlante du sujet augmentant encore son intérêt.

Mais, derrière la fascination et le « romantisme » de l'Amazonie profonde et mystérieuse, il y a les problèmes de la vie quotidienne... Sans vouloir détailler tout ce qui fait l'originalité et la difficulté de vivre à Manaus, nous rappellerons... l'isolement géographique... l'isolement culturel, psychologique et scientifique... le climat... la santé... et l'absence de structures hospitalières convenablement équipées... la scolarité, difficile en l'absence d'une école consulaire et d'un niveau scolaire des plus faibles du pays... le coût de la vie, Manaus étant la capitale d'Etat la plus chère du pays... Si Manaus n'est pas un enfer, le tableau est cependant bien sombre et explique pourquoi si peu de Brésiliens non amazoniens acceptent de venir y travailler...

Quelles perspectives pour l'ORSTOM en Amazonie?

L'Amazonie est actuellement au cœur d'un débat mondial sur l'environnement. Les plus importantes institutions internationales (FAO, UNESCO, OEA), des Fondations (FORD Foundation, WWF, Smithsonian Institute) et de nombreux États (USA, Angleterre, Allemagne fédérale etc.) engagent des financements importants sur des programmes de recherche traitant du milieu naturel en Amazonie. Dans un tel contexte, l'ORSTOM peut-il envisager de quitter l'Amazonie?

Il est urgent de prévoir quel sera le futur de notre présence dans cette région sachant que l'ensemble du personnel en poste à Manaus arrive en fin d'affectation en 1991-1992. Trois éléments sont à considérer pour orienter la réflexion : les programmes, les partenaires et le mode d'intervention.

Les programmes

Etant entendu que l'Amazonie offre une infinité de sujets d'étude, il paraît souhaitable d'éviter toute dispersion, le mieux étant de prendre appui sur l'expérience acquise et d'envisager dans l'immédiat, des extensions à partir des programmes en cours.

En écologie les programmes portant sur «l'évolution des couvertures pédologiques» et «l'extractivisme» peuvent être largement développés dans les prochaines années. Ce sont des programmes pluridisciplinaires, impliquant de nombreux partenaires nationaux et internationaux, qui répondent à une demande extrêmement forte... En hydrobiologie, le champ d'investigation reste totalement ouvert sur les thèmes de biologie et d'écologie fondamentale que sont la spéciation et la phylogénie, sur l'analyse de la variabilité naturelle des populations de poissons et de crevettes, sur l'étude de l'interface eau-terre dans les zones inondées. Hormis ces trois programmes déjà existants... des demandes plus spécifiques peuvent être examinées.

Les partenaires

L'INPA reste le partenaire privilégié de notre présence à Manaus du fait de son infrastructure, de sa dimension et de sa réputation... La Fondation université de Manaus (FUA) est un autre partenaire possible dans un certain nombre de domaines, en particulier en anthropologie et linguistique... L'EMBRAPA de Manaus, avec laquelle le CIRAD a un contrat de coopération pour l'amélioration du palmier à huile, pourrait offrir une base nouvelle d'implantation pour des programmes de recherche plus directement liés à la mise en valeur du milieu...

Le mode d'intervention

Dans la conjoncture économique et politique actuelle du Brésil, pour être efficace il faut investir dans des équipes pluridisciplinaires formées autour d'un projet planifié, d'une durée moyenne de 3 à 5 ans, doté de financements importants permettant l'attribution de moyens lourds et disposant de bourses de formation doctorale en France pour les meilleurs étudiants. Une bonne politique de formation, souple dans sa gestion et ses moyens financiers, appuyée sur un solide réseau d'universités françaises est un élément capital pour la réussite d'un projet. Cette façon de procéder, à la manière de nos collègues anglo-saxons, visant avant tout l'efficacité ne doit cependant pas nous priver de ce qui fait notre spécificité : l'intégration. L'affectation de longue durée des chercheurs de l'ORSTOM et leur grande faculté d'adaptation est sans doute le point fort de notre coopération. Gardons cet avantage en améliorant les capacités financières et la gestion administrative de nos interventions...

ENTOMOLOGIE MÉDICALE

Nicolas DEGALLIER, IEC, Belém

«La coopération dans le domaine de l'entomologie médicale avec le Brésil et avec l'Institut E. CHAGAS en particulier apparaît comme fondamentale pour le développement de nouvelles méthodologies dans l'interprétation des connaissances sur l'écologie des arbovirus. Les résultats positifs obtenus n'ont été rendus possibles que grâce à la compétence des personnels de cette institution et grâce à la fiabilité des techniques de laboratoire utilisées. Pour le futur, les efforts doivent être soutenus en ce qui concerne les travaux de synthèse et l'actualisation technologique : informatisation, biologie moléculaire. Dans le domaine méthodologique il convient de passer de la phase observatrice et descriptive actuelle à une phase plus modélisatrice et prévisionnelle.»

GÉOGRAPHIE-ÉCONOMIE

Catherine AUBERTIN, UNB, à Brasília

Pour C. AUBERTIN, au-delà des échanges scientifiques, souvent reflète des perceptions culturelles différentes des phénomènes, le travail de coopération est conçu par la chercheuse française comme un échange matériel le plus égal possible avec les partenaires de la recherche et

qu'elle nomme **la lutte pour assurer les conditions de travail**. Aussi, au Brésil, cet échange s'est concrétisé «par l'organisation d'enseignements sur les résultats de la recherche en France et au Brésil, de formation d'étudiants et de chercheurs aux travaux de recherche de terrain. Les publications ont été systématiquement diffusées en France, souvent après traduction et réécriture aux normes françaises. De haute lutte, des postes d'accueil en France ont été décrochés» pour les partenaires de C. AUBERTIN, qui ont ainsi pu s'intégrer à plusieurs réseaux de recherche en France. Enfin, la chercheuse française «a veillé à utiliser au maximum les ressources que permettent les accords de coopération : possibilité de réclamer des bourses, des voyages et des frais de fonctionnement au CNPq, intégration dans des appels d'offres, recherche de subvention auprès de l'ambassade de France, du ministère français des Affaires étrangères, etc.» Pour C. AUBERTIN, cela s'est traduit par un énorme travail bureaucratique et de relations publiques. Et elle confie, désabusée et sévère **«qu'il est difficile pour un chercheur de garantir des conditions de coopération élémentaires à ses partenaires** et que l'administration tant française que brésilienne et les accords-cadres, ne sont pas orientés dans ce sens».

GÉOLOGIE

Louis MARTIN, USP, Sao Paulo puis UFBA à Salvador et enfin ON, Rio de Janeiro

L. MARTIN insiste sur le fait «que le chercheur ORSTOM doit impérativement s'intégrer dans une structure brésilienne. Venir au Brésil uniquement pour collecter des données avec lesquelles on repart pour ses besoins propres, dit-il, est une attitude détestable heureusement peu fréquente. Il ne faut pas oublier que l'établissement de bonnes relations avec nos partenaires brésiliens est un travail de longue haleine basé sur la confiance mutuelle qui peut malheureusement être remis en question beaucoup plus rapidement si on ne respecte pas certaines de ces règles».

Jean Claude PARISOT, USP, São Paulo

A son avis et d'une manière plus générale, le Brésil, est probablement un des meilleurs partenaires de l'ORSTOM pour réaliser sa mission de développement en coopération : réelle identification des besoins par le partenaire, qualité des équipes, infrastructures. Il lui semble donc évident, en fonction des qualités d'échange et de coopération existants, que les institutions telles que l'USP pourrait participer davantage aux grands programmes inter-atlantiques et jouer ainsi, aux côtés de l'ORSTOM, un rôle important de recherche et formation auprès des pays africains.

Roland TROMPETTE, USP, São Paulo

«L'USP est un cadre favorable pour le chercheur ORSTOM qui y trouve réunis une bonne bibliothèque, des laboratoires de base fonctionnant bien, des collègues brésiliens et des visiteurs étrangers avec lesquels il est possible de maintenir un dialogue scientifique.

La règle du jeu de la coopération est la suivante : si le chercheur ORSTOM contribue activement aux travaux d'enseignement ou/et de recherche (encadrement de thésards), il bénéficie d'une grande liberté dans sa recherche. Il peut proposer aux meilleurs étudiants des sujets de thèses s'intégrant dans sa propre ligne de recherche. A l'USP, le chercheur ORSTOM est d'abord un chercheur français. Et la traditionnelle question «Que rapporte ce type de coopération à l'ORSTOM?» équivaut à «Que rapporte-telle à la recherche française?» On peut répondre qu'elle permet d'envoyer les meilleurs étudiants dans des laboratoires français, de valoriser les chercheurs brésiliens francophones et francophiles.

Pour R. TROMPETTE, «les projets de recherche ORSTOM dans le domaine qui le concerne doivent être unifiés autour d'un axe de recherche important et fédérateur. Il faudrait 1) regrouper les chercheurs autour de quelques thèmes unificateurs et 2) définir quelques chantiers importants vers lesquels convergent les énergies. Les thèmes doivent être choisis en fonction des forces de l'ORSTOM et des priorités de nos partenaires brésiliens. Par exemple granitogénèse, chaînes panafricaines ou Brasileiro. Comme l'ont montré quelques réussites passées (Andes centrales, lac Tchad) le choix des chantiers est fondamental. La définition de grands thèmes s'appliquant au Gondwana occidental contribuerait à effacer le cloisonnement Afrique/Brésil. Les problèmes géologiques sont très voisins des deux côtés de l'Atlantique. Mieux centrée, plus concentrée la recherche ORSTOM en géologie serait mieux reçue et reconnue par nos partenaires brésiliens et africains».

HYDROBIOLOGIE

Jean-Pierre CARMOUZE, UFSCar, São Carlos (SP) puis UFF, Niterói (RJ)

Après 17 ans d'activité à l'ORSTOM, répartis entre quatre affectations dont trois africaines (Tchad, Bolivie, Côte-d'Ivoire), le chercheur français «avoue avoir fini par trouver, au Brésil, un sens au mot coopération». Dans un domaine où les résultats de la recherche ne débouchent pas directement sur l'application, notre coopération, dit-il, «ne prend tout son sens que si nous contribuons à la formation de jeunes professeurs et chercheurs. Au Brésil cela est possible et très encourageant».

Xavier LAZZARO, UFSCar São Carlos (SP)

Le chercheur français pense que l'ORSTOM a un rôle beaucoup plus important à jouer dans le développement de la limnologie au Brésil (et en Amérique du Sud en général). «Cette coopération est particulièrement prometteuse compte tenu des problèmes à résoudre, de la variété des situations rencontrées, de la qualité et du dynamisme de la communauté scientifique universitaire brésilienne et des aspects recherche et formation/valorisation qui peuvent être menés dans ce pays».

Olga ODINETZ-COLLART, INPA, Manaus

«Les différents projets de ce programme ont tous eu comme justificatifs premiers des questions posées par le développement, que ce soit l'étude de l'impact de grands barrages sur le milieu ou le développement de la pêche. Le souci constant de l'équipe a été le passage rapide de l'information à la communauté, responsabilité essentielle du chercheur. La liste importante de rapports techniques qui suit, émis régulièrement et rédigés en portugais en fait foi. L'aspect formation, crucial en région amazonienne, de la recherche par la recherche et l'enseignement n'a pas été oublié et les activités qui leur sont dédiées constituent une part importante du temps de l'équipe du projet».

HYDROLOGIE

Pierre CHEVALIER, IPH, Porto Alegre

Basé à Porto Alegre, P. CHEVALIER est le seul chercheur de l'ORSTOM qui ait été affecté dans le Sud du Brésil. A ce titre, l'ambassade de France à Brasília lui a confié en 1992 un rôle de correspondant de la recherche franco-brésilienne dans le domaine de l'environnement pour les trois États du Paraná, de Santa Catarina et du Rio Grande do Sul. Il considère donc **sa position comme stratégique**. «La présence étrangère est très réduite dans cette région

d'immigration et de mise en valeur relativement récente (à partir du début du XX^e siècle). Économiquement et socialement, il s'agit de la zone la plus favorisée de cet immense pays; mais les inégalités sont criantes et, pour beaucoup d'aspects, la façade riche de ces États du sud cache des problèmes extrêmement complexes de développement. À titre d'exemple, on mentionnera simplement que ce sont dans ces États du Sud que les soulèvements des paysans sans terre sont les plus violents depuis de nombreuses années, alors qu'en contrepartie ce sont dans ces mêmes États que l'on rencontre les plus gros producteurs rizicoles privés de la planète. Les deux faits ne sont évidemment pas indépendants.

Dans le domaine universitaire, qui est de bon niveau, la coopération française a été importante jusqu'à la période de la dictature militaire (1964-1985). La plupart des enseignants de l'IPH-UFRGS formés durant cette période sont diplômés d'institutions américaines. Un regain d'intérêt pour l'Europe est apparu depuis, et la quasi-totalité des formations doctorales réalisées depuis 1985 à l'étranger le sont en France, Grande-Bretagne, Belgique, Allemagne ou Hollande, avec une très nette préférence pour les deux premiers pays.

Il est évident que la présence française à l'IPH-UFRGS est une ouverture importante vers la grande Europe qui fascine les universitaires brésiliens, d'autant plus que la situation économique locale est particulièrement difficile. Il fait partie du rôle du chercheur français de prendre des contacts avec les équipes de recherche françaises dans les domaines de la ressource en eau, de façon à répondre aux questions posées soit pour des contacts scientifiques, soit (et surtout) pour des candidatures à des formations doctorales en Europe. Il faut enfin noter que Porto Alegre tient une position stratégique pour ce que l'on nomme le Cône Sud qui recouvre les pays du Sud de l'Amérique du Sud. Par sa présence, le chercheur de l'ORSTOM a entretenu des contacts et fait connaître les institutions et les méthodes scientifiques françaises à un certain nombre de chercheurs ou d'étudiants peu touchés jusque-là, en particulier des Argentins et des Uruguayens.

Gilbert JACCON, SUDENE, Recife puis DNAEE, Brasília

«Au moment de quitter le Brésil, le bilan de nos activités au DNAEE réside essentiellement dans notre contribution au renouveau de l'hydrométrie brésilienne. Nous avons apporté une nouvelle façon, moins routinière, plus scientifique et plus enthousiaste d'aborder l'hydrologie de terrain : dès à présent, la qualité des mesures de débit en Amazonie s'est améliorée considérablement (le «déchet» est tombé de 30 % à moins de 5 %). Ce n'est qu'un premier pas, mais ô combien significatif pour l'avenir! ». Et le chercheur français de regretter que l'hydrologie ORSTOM n'ait pas, malgré son apport à la communauté scientifique et technique brésilienne, réussi à s'implanter dans le milieu universitaire et à y faire école.

Jean-François NOUVELOT, SUDENE, Recife

«Les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre du projet ont rarement été d'ordre technique et la dynamique des premières années... s'est assez rapidement trouvée brisée pour des raisons d'ordre conjoncturel, liées à une dégradation de l'économie du pays. Une coopération scientifique et technique de ce type, c'est-à-dire d'hydrologie appliquée, se limitant uniquement à la mise à disposition du pays-hôte de moyens humains (chercheurs, ingénieurs ou techniciens), a d'énormes difficultés à d'atteindre ses objectifs, sans l'assurance de crédits de fonctionnement nécessaires, surtout si elle concerne des programmes pluriannuels de durée relativement longue, nécessitant des infrastructures techniques importantes et une continuité dans l'acquisition de l'information de base.»

INFORMATIQUE

Patrick SECHET, SUDENE, Recife puis SNLCS/EMBRAPA, Rio de Janeiro et DIN/EMBRAPA, Brasília

P. SECHET a travaillé durant plus de seize ans à la coopération franco-brésilienne pour la valorisation des données de l'environnement, à la SUDENE d'abord, puis à Rio de Janeiro et enfin à Brasília. Il écrit *«il est intéressant de constater que la quasi-totalité des programmes de coopération naissent à partir des programmes antérieurs, tant il est vrai qu'une collaboration permanente et durable exige une entente préalable entre les futurs partenaires, qui doit s'appuyer sur des indices tangibles de possibilité de succès. En d'autres termes, les programmes de coopération s'enchaînent de sorte que le responsable d'un programme qui s'achève a le devoir d'explorer les possibilités de nouvelles coopérations susceptibles de faire suite à son intervention, sous peine de rupture de la chaîne évoquée.»*

PÉDOLOGIE, AGRONOMIE

Francis ANDREUX CENA, Piracicaba (SP)

L'insertion du couple de chercheurs français *«au sein des équipes du CENA et les contacts avec d'autres organismes (à Campinas, Manaus, Belem...) se sont effectués rapidement, d'une part en raison de la grande ouverture et de la compétence de nos partenaires, mais aussi du fait du travail antérieur réalisé par les chercheurs de l'ORSTOM dans le contexte»*. Mais les chercheurs français permanents qui ont séjourné à Piracicaba, *«ont parfois ressenti l'inconvénient de la petite taille de l'antenne ORSTOM du CENA..., que ne compensait pas l'existence d'une antenne plus grosse à São Paulo, déjà distante (180 km) et assez éloignée thématiquement. Etant donné la variété des thématiques abordées par le CENA, le bon niveau d'équipement de ce Centre, son rôle reconnu de plaque tournante scientifique en Amérique latine, il semble qu'il mériterait l'implantation d'une antenne de plus grande taille, dans laquelle l'ORSTOM (et d'autres organismes, tels le CNRS, ou les universités françaises en convention avec l'USP) pourraient investir, non seulement en personnels chercheurs et ingénieurs, mais également en équipements de base pour une programmation suivie et interactive»*.

Pierre AUDRY, UFCE, Fortaleza puis UFBA, Salvador et CNPq, Recife

«La conclusion de mes diverses expériences de coopération au Brésil est que notre coopération, pour laisser quelque chose derrière elle, doit prioritairement viser deux types d'interlocuteurs :

- *les jeunes qu'on peut former dans les universités;*
- *les planificateurs, qui en matière d'orientation générale de la recherche; sont souvent plus ouverts que les chercheurs «installés».*

La coopération ATP PIREN-CNRS à Sumé nous a montré la difficulté d'associer nos partenaires brésiliens à une recherche d'origine et financement français, sans un minimum de formalisation contractuelle».

Ph. BLANCANEUX, SNLCS/EMBRAPA, Goiânia (GO)

«Il est souhaitable qu'un effort supplémentaire soit fait en ce qui concerne l'accueil et la formation dans nos laboratoires de chercheurs brésiliens dans le domaine des nouvelles technologies, sous peine de les voir se détourner de l'Europe. Or, les conditions actuelles semblent propices à une évolution des mentalités et la pédologie française semble attirer de plus en plus

de chercheurs nationaux en France, compris ceux initialement formés aux États-Unis... Le Centre ORSTOM de Cayenne, devrait être intégré à la majorité de nos actions de recherches au Brésil, en particulier pour tout ce qui touche à l'aménagement rationnel du territoire et à l'exploitation de ses ressources naturelles... Il serait souhaitable que l'ORSTOM fasse réaliser le plus rapidement possible une **plaquette** indicatrice...» des différents ateliers et laboratoires susceptibles d'accueillir des chercheurs brésiliens souhaitant acquérir une formation. Toujours dans la même optique, il est suggéré «que soient établis en France (l'ORSTOM jouant un rôle fédérateur et coordinateur) des liens étroits entre les divers organismes et instituts de recherches français (INRA, IRAT, CIRAD, ENSA...) et les Universités susceptibles d'accueillir les chercheurs étrangers, afin de mener de la façon la plus efficace possible cette formation de la recherche par la recherche qui, demain, aura des retombées positives sur notre rayonnement scientifique». Les témoignages des partenaires brésiliens du projet vont tous dans le sens de cette harmonisation et d'un renforcement de la coopération bilatérale.

Boris VOLKOFF, UFBA, Salvador puis USP, São Paulo et CENA, Piracicaba (SP)

«Les chercheurs de l'ORSTOM ont pris une part importante à l'enseignement, ayant en charge jusqu'à trois cours de post-graduation. Ces cours, dans tous les cas appuyés sur une réelle expérience brésilienne, ont facilité l'intégration des chercheurs français dans le milieu universitaire local et ont été l'occasion d'une ample divulgation des résultats des recherches».

SOCIOLOGIE-ECONOMIE

Michel AGIER, UFBA, Salvador (BA)

M. AGIER souligne, pour ce qui concerne le domaine des sciences sociales au Brésil, «la nécessité d'établir deux types d'inventaire :

- un inventaire des compétences manquantes dans les centres de recherche brésiliens, et que l'ORSTOM pourrait combler par ses propres chercheurs». Il cite en particulier «les domaines de l'anthropologie et de la sociologie urbaine, de la géographie et de la démographie, approches peu représentées en général au Brésil, et dans lesquelles l'ORSTOM a une longue expérience et plusieurs spécialistes;
- un inventaire des équipes et centres de recherche brésiliens selon leur mérite, c'est à dire garantissant une réelle coopération et une insertion des chercheurs de l'ORSTOM.

Dans le domaine de la valorisation», le chercheur français suggère «une possibilité d'amélioration de la coopération par la mise à disposition d'une ligne budgétaire à la Représentation ORSTOM au Brésil qui permettrait de développer de manière autonome une politique de publication au Brésil des résultats des recherches menées en coopération. Cela permettrait de maintenir un rythme constant de publication des résultats sans dépendre entièrement des fluctuations budgétaires de la recherche brésilienne. D'autre part, cela donnerait une plus grande visibilité à la présence de l'ORSTOM et à la qualité de ses recherches au Brésil».

Jeanne BISILLIAT, CEBRAP, São Paulo

La participation de la chercheuse française à la vie du mouvement populaire d'habitation qu'elle étudie a été active, et a pris diverses formes selon les moments. «Comment, d'ailleurs, ne pas participer, dans la mesure de ses moyens et ses forces, à cet effort collectif d'une population pauvre et exploitée pour obtenir un peu plus de justice ? Cette participation ... consiste à construire, pour l'habitat populaire, 24 maisons selon une conception architecturale originale qui permet une densification de l'espace occupé, conception qui doit être reprise dans les futurs

projets d'habitations populaires du secrétariat municipal d'Habitation. Ce sont deux aspects prépondérants de ce projet de coopération. Afin de faire du mouvement populaire d'habitation, une association autonome capable de réitérer des expériences similaires au projet en cours, il est essentiel de travailler en partenariat avec les équipes associées pour transmettre une formation quant à l'organisation générale du travail et techniques de construction».

Robert CABANES, CEDEC, São Paulo

«Signalons que les institutions d'accueil brésiliennes, le CEDEC à São Paulo, le CRH à Brasília, l'Université de João Pessoa, et plus particulièrement le CEDEC en ce qui me concerne, ont été des partenaires tout à fait dynamiques et inspirés qui m'ont beaucoup aidé dans ce travail de longue haleine; **la durée de la recherche et les aspects concrets de la mise en œuvre du travail permettent une qualité de coopération intellectuelle qu'il vaudrait la peine de maintenir**».

Alain MORICE, UFPB, João Pessoa (PB)

«Source de beaucoup de satisfactions mutuelles à mesure que les recherches se développent, la coopération franco-brésilienne n'en est pas moins, au début, marquée par un certain moment de désarroi pour un chercheur non convenablement prévenu à son départ de France». A. MORICE mentionne notamment «le poids des démarches, qui retardent parfois la mise en place d'une coopération scientifique à la base». Il relève également «les difficultés rencontrées pour publier ou communiquer ses résultats, soit que les opportunités soient objectivement rares, soit qu'on ait pas une bonne connaissance des circuits de valorisation et de leurs contraintes». Il y a enfin «les problèmes liés à la situation économique et monétaire du Brésil, qui peuvent avoir des implications déroutantes dans la continuité des engagements pris par nos partenaires, dont les préoccupations quotidiennes compromettent souvent les activités à long terme. Ces limites ont heureusement leur contrepartie positive. Contrairement à ce qui peut encore se passer dans des pays du Tiers Monde», A. MORICE a «eu l'impression de travailler au Brésil, **sur un pied d'égalité** avec ses partenaires. Quoique très francophiles dans l'ensemble, les universitaires brésiliens ne s'en laissent pas montrer et ont connu un développement indépendamment de nous C'est la base la plus saine pour une bonne coopération, et c'est sur celle-là que l'on doit s'appuyer. Les milieux académiques, comme les mouvements populaires auxquels ils se réfèrent (du moins en sciences sociales), sont extrêmement ouverts à toutes théories, pratiques de terrain et méthodes, pourvu que leurs interlocuteurs soient libres de tout souci de les imposer».

CONCLUSIONS :

LES TRAITS MARQUANTS DE LA COOPÉRATION DE L'ORSTOM AU BRÉSIL. PROPOSITIONS POUR L'AVENIR

Au terme de ce chapitre sur la coopération entre l'ORSTOM et le Brésil, il convient de conclure en faisant ressortir les traits originaux de cette coopération et en émettant quelques propositions constructives pour le futur .

Outre le nombre élevé de chercheurs permanents affectés, la durée moyenne des affecta-

tions qui est supérieure à cinq années, la diversité des disciplines impliquées, le nombre et l'éclatement des implantations au travers d'un pays-continent, les traits originaux de la coopération entre l'ORSTOM et le Brésil concernent :

- la nature et la qualité des relations avec **un partenariat à part entière** : équipes mixtes constituées d'un ou plus rarement de plusieurs chercheurs français au sein d'équipes brésiliennes structurées, coordination bilatérale équilibrée des projets, moyens et financements de recherche communs, résultats et innovations présentés conjointement, publications dont l'une des versions au moins, et notamment les rapports préliminaires sont rédigés en portugais, évaluations bilatérales annuelles sans complaisance;
- la variété et la profondeur de **nos insertions** dans les structures locales, universités et instituts d'université, organismes publics fédéraux ou d'Etat, centres et unités de recherche, de développement ou de planification décentralisés régionaux, etc.;
- la qualité et la compétence des acteurs de cette coopération, chercheurs français de l'ORSTOM ou d'autres organismes français qui y sont accueillis (CNRS, INRA, universités..., et les projets qui suivent montrent qu'ils sont nombreux), qui, le plus souvent seuls, s'adaptent aux conditions locales de vie et de travail, dominent la langue, s'intègrent, sont utiles et efficaces, dispensent cours et formation, s'investissent dans leur travail, se font apprécier, nouent des relations d'amitié durables.

Les mots clés de cette coopération semblent donc être : **partage, réciprocité, complémentarité, compétence, insertion et intégration, durée.**

L'une des principales finalités de cet ouvrage étant d'apporter les éléments qui permettent une analyse et une réflexion prospective de trente années de coopération scientifique développée entre un organisme de recherche français et un pays tout entier, il n'appartient pas au coordinateur de ce travail, mais bien aux responsables de cet organisme de tirer les leçons de cette analyse et de proposer d'éventuelles orientations nouvelles. Qu'il lui soit cependant permis de mettre l'accent sur quelques points forts de cette coopération qu'il juge important de conserver et de livrer quelques réflexions personnelles.

Au Brésil, la coopération de l'ORSTOM se singularise par **son investissement en hommes**, chercheurs permanents compétents et confirmés et non, comme cela se produit pour les autres coopérations internationales, en apport de matériel et de financements directs. Tout en reconnaissant les avantages de ce type d'intervention qui permet une intégration fructueuse qu'il ne faudrait pas remettre en question, les difficultés dues à la récession au niveau mondial oblige à envisager d'autres modes complémentaires d'intervention. Ainsi, dans un espace pertinent prioritaire mais dans lequel les moyens sont réduits, il conviendrait que l'implantation des hommes soit suivie (ou précédée) de la mise en place de crédits et de matériel suffisants à la bonne marche et à la réussite du projet (gestion de l'eau et des ressources aquatiques dans la région Nordeste par exemple). Le matériel fourni pourrait, en priorité, être de fabrication française. Cela permettrait à la coopération de n'être plus totalement désintéressée, de promouvoir nos produits et de répondre ainsi à l'effort français actuel et légitime de valorisation technique et industrielle auquel l'ORSTOM contribue. Les relations nouées par trente années de collaboration intégrée et par plus de deux cents chercheurs permanents et intégrés, au Brésil, constituent la trame d'un exceptionnel tissu d'estime, de compréhension et d'intérêt mutuels qui permettent d'envisager avec optimisme, si on s'y emploie vraiment, de jeter les bases de nouveaux échanges commerciaux et industriels.

La question de la durée est importante. La longueur des séjours des chercheurs français liés aux projets brésiliens irritent certains responsables de l'ORSTOM et des ministères de tutelles.

Il faut savoir, et l'examen des dossiers de cet ouvrage le prouve, que de nombreux projets, et en particulier ceux ayant trait aux ressources naturelles et aux inventaires et bases de données n'auraient pu être menés à terme et avoir les retombées que l'on sait, sans le temps suffisant pour réaliser un travail de qualité.

La question de la trop profonde intégration des chercheurs de l'ORSTOM au Brésil et de ces inconvénients est également souvent avancée. Si inconvénients il y a, quelquefois, les avantages sont importants et l'emportent. Une véritable coopération réussie n'exige-t-elle pas une intégration parfaite? Les charmes des mentalités et de la vie brésilienne font le reste. De nombreux chercheurs de personnalités et de disciplines fort différentes sont restés dix, voir quinze années au Brésil, y ont accompli un travail digne d'éloges, puis sont rentrés en France avec la satisfaction de retrouver leur pays mais aussi chargés d'amitiés, de souvenirs et parfois de cet étrange sentiment d'absence nommé «saudade». Certains, plus liés que d'autres, reviendront sans doute au Brésil devenu leur seconde patrie. Quelques-uns s'y retireront peut-être. Dans tous les cas le travail demandé aura été accompli.

Un important effort doit être entrepris **dans le domaine de la formation**. Il faut multiplier le nombre de bourses, augmenter nos capacités à recevoir plus de stagiaires et à mieux les accueillir. Il faut repenser nos méthodes et nos structures d'accueil. L'avenir de notre coopération en dépend.

Enfin, il est nécessaire de demander aux chercheurs et responsables des projets de recherche travaillant ou ayant travaillé au Brésil **de faire un effort particulier pour valoriser davantage et de manière plus efficace l'important travail réalisé dans ce pays**. En publiant, le plus souvent possible en collaboration, les nombreux résultats non encore exploités, en réalisant des synthèses et monographies régionales de qualité, en portugais certes, en français, mais aussi en anglais. En réalisant et organisant avec leurs collègues brésiliens et avec l'aide des organismes nationaux de rattachement et de financements nationaux et internationaux, des manifestations scientifiques spécifiques de leurs domaines d'études, colloques, séminaires, congrès. Des manifestations qui réuniraient des pays ou contrées ayant en commun un problème majeur comme la sécheresse, la faim, la dette extérieure; ou dont l'économie est dominée par un même produit agricole ou industriel; ou à écologies proches, ou à populations comparables, seraient du plus grand intérêt pour faire mieux connaître les travaux accomplis et auraient un retentissement sur la communauté scientifique toute entière. Certains espaces pertinents semblent particulièrement bien se prêter à des réunions scientifiques sud-sud. Il s'agit, en particulier, du domaine semi-aride, des écosystèmes forestiers tropicaux humides, des savanes tropicales; des sols et des altérations des régions tropicales; de la colonisation, de la dynamique urbaine et des travailleurs des pays d'Amérique latine et d'Afrique; de l'anthropologie des ndiens d'Amérique du Sud; des problèmes des maladies tropicales et arboviroses, dont les thèmes pourraient constituer de très intéressantes opportunités de valorisation pour notre Institut, notre pays et nos partenaires.

1870

AGRONOMIE-AMÉLIORATION DES PLANTES

PROJET ORSTOM/SUBIN/CEPLAC

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DU CACAOYER DANS L'ÉTAT DE BAHIA

Localisation

Siège régional de la commission exécutive du plan de culture du cacaoyer
(CEPEC/CEPLAC), Itabuna-Ilhéus, Bahia

Chercheur ORSTOM

Marc VOGEL, agronome

Partenaire responsable

Paulo de Tarso ALVIM, directeur de la CEPLAC

Durée du projet

1977-1987

HISTORIQUE

Premiers contacts, établissement de la convention

En février 1974, M. Paulo de Tarso ALVIM, directeur technique et scientifique de la CEPLAC, organisme qui a la charge de toute la recherche concernant la culture et la production du cacao au Brésil, de passage en France, visite l'ORSTOM et émet le souhait d'élargir la coopération déjà existante avec la France aux domaines des cultures de tissus (palmiers), des problèmes phytosanitaires et génétiques du cacaoyer et de la biotechnologie des résidus du cacao, ce dernier domaine étant du ressort du GERDAT. M. ALVIM est un spécialiste internationalement reconnu et a un poste de professeur visitant aux États-Unis. Il apprend que Marc VOGEL, ingénieur agronome à l'ORSTOM, travaille à l'observation et à la recherche du déterminisme du rythme de croissance des parties aériennes et souterraines du cacaoyer. Il est intéressé et fait une proposition de projet. La première convention est signée le 27 juillet 1977 pour la réalisation d'un programme commun de recherches sur la morphogenèse du cacaoyer

et n'est soumise à aucune contrepartie financière de la part de la CEPLAC. L'ORSTOM met à la disposition de la CEPLAC un chercheur qualifié, prend en charge son salaire et les frais de voyage internationaux du chercheur et de sa famille. L'organisme brésilien assure le fonctionnement du chercheur sur place. Le responsable brésilien du projet est le directeur de la CEPLAC, M. ALVIM, la contrepartie de l'équipe de recherche est confiée à M^{me} Regina Cela Rebouças MACHADO. Marc VOGEL rejoint son poste à Itabuna le 31 août 1977. Il va y rester dix années et rentrera alors en France pour raisons de santé.

La perte précoce des fleurs, facteur limitant de la productivité

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) a, dans la nature, un comportement singulier. Il croît de manière discontinu, par à-coups successifs appelés «poussées foliaires». Des arrêts de croissance, affectant l'allongement caulinaire, l'émission et l'expansion foliaire apparaissent tout au long de l'année de façon irrégulière, en liaison avec les variations saisonnières. En culture contrôlée, en l'absence de facteur limitant, la croissance reste discontinue mais prend l'allure d'un véritable rythme régulier, autonome et particulier à chaque plante. Ces poussées foliaires ont une répercussion sur la floraison. Or, un des facteurs qui limite la production du cacaoyer au Brésil est la chute précoce des fleurs qui peut se produire avant mais aussi après la pollinisation ou la fécondation. L'objectif du projet est donc de découvrir comment empêcher cette chute précoce. L'analyse de la morphogenèse végétative et des étapes de la floraison devront déterminer quelles sont les modifications et les corrélations impliquées par l'inhibition des rythmes de croissance et les interactions des différents organes pouvant influencer le mécanisme de la floraison et la manipulation des fleurs et des fruits. Il s'agit, plus brièvement, de rechercher les interactions physiologiques responsables des variations de la floraison et de la fructification chez le cacaoyer aussi bien selon les saisons que selon les individus entre eux.

ACTIVITÉS ET PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

La technique de l'ablation des organes aériens

Pendant dix ans un grand nombre d'expérimentations et d'essais seront réalisés, leurs résultats notés, comparés, discutés, traités statistiquement et interprétés. Ces travaux fourniront les données de deux thèses de Mestrado. La méthode la plus utilisée, préconisée par le chercheur français, est celle de l'enlèvement hebdomadaire des bourgeons à feuilles, des jeunes feuilles et des cabosses (fruits du cacao) sur des arbres âgés d'environ 6 ans durant des périodes variables de l'ordre de plusieurs mois à un an. La croissance et le développement des arbres testés, et en particulier les modalités de floraison et de fructifications, sont soigneusement analysés.

Des résultats intéressants

Deux lignes de recherche particulièrement intéressantes se dégagent du travail réalisé : les corrélations internes du développement et les phénomènes chronologiquement liés entre eux. La première regroupe les corrélations internes de développement entre les organes différents d'une même plante et appuie le modèle défini par NOZERAN et al en 1971. Il fait ressortir l'influence des facteurs édaphoclimatiques et des rythmes endogènes. Ainsi, il est mis en évidence les relations suivantes. Les fruits du cacaoyer, à un stade quelconque du développement, ont un effet

dépressif sur l'intensité de la floraison. Les fruits de plus de 12 cm de long exercent un effet dépressif sur l'émission foliaire. Les plants maintenus artificiellement sans fruits constituent un excellent matériel pour l'observation des conséquences directes du climat sur les mécanismes biologiques de la plante. Enfin, si la période typique de diminution de la floraison dans l'État de Bahia, qui varie avec la saison sèche entre juillet et novembre est due à une simple action climatique, sa durée dépend de l'action conjointe de facteurs internes (fruits) et externes (climatiques).

La seconde ligne de recherche, qui avait déjà été entreprise par M. VOGEL en Afrique, regroupe les phénomènes liés entre eux et particulièrement ceux chronologiquement liés aux poussées foliaires tels que la variation de l'épaisseur de l'écorce du tronc, la chute des anciennes feuilles et la variation momentanée de l'intensité de la floraison.

Comme conséquence pratique il est mis en évidence que les jeunes plants ne doivent pas être transportés et replantés en fin de poussée foliaire, car ils accusent alors une mortalité accrue.

UTILITÉ DU TRAVAIL ACCOMPLI

Plusieurs niveaux d'utilité de ce travail peuvent être retenus. Tout d'abord le **niveau théorique**, puisqu'il servira d'appui à d'autres recherches, plus pratiques. Ce niveau théorique a trait à une meilleure connaissance de la physiologie du cacaoyer, en particulier au niveau des corrélations internes de développement, des rythmes endogènes et exogènes et au niveau des phénomènes associés chronologiquement. Les résultats obtenus servent déjà à d'autres projets de recherche sur le cacaoyer. Enfin, l'**utilité pratique** de ce travail réside dans la possibilité de donner des indications pratiques sur les meilleures périodes de transplant dans des régions marginales ou en conditions climatiques difficiles. Dans un futur proche il sera possible de faire des prévisions de récolte et de fournir des dates d'amendement et de sarclage.

PARTENARIAT ET FORMATION

Les travaux ont été effectués en équipe et les résultats présentés au cours de manifestations scientifiques brésiliennes (Réunion de la SBPC à Fortaleza en 1978 avec Regina C.R. MACHADO ; XXX^e congrès national de Botanique en 1980 et présentation de deux communications avec Regina C.R. MACHADO et E. RIHAN). Des conférences sont données lors du cours international sur le cacao réalisé à la CEPLAC en 1979. Le chercheur français encadre la thèse de Mestrado de Severina A.F. de GOIS (1980-1982) et celle de Zoraide M.D. de MEDEIROS (1981-1983). Les premiers principaux résultats sont présentés en collaboration dans une communication à la conférence internationale de la Recherche sur le Cacao à Carthagène (Colombie), mais un grand nombre de données et de résultats encore bruts et la synthèse générale des travaux n'ont pas le temps d'être exploités.

L'adieu à la Bahia, le retour en Alsace

En effet, pour raisons de santé M. VOGEL doit rentrer en France en 1987. Atteint d'une grave maladie, il continue de travailler à l'Institut de botanique de l'université Louis Pasteur de Strasbourg,, est opéré en 1990 par un neurochirurgien brésilien de Recife en post-formation à

Strasbourg, ce qui lui permet de reprendre quelques activités et s'éteint à la fin du mois de juin 1993. Les notes et archives nécessaires à la rédaction de ce qui précède ont été recueillies grâce à l'obligeance de Madame VOGEL. Son frère Pierre VOGEL a repris une partie du travail et traite les données par ordinateur. Un jour prochain, peut-être, verra-t-on le reste du travail publié...

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

VOGEL, M. 1977. Influence de la feuille et de l'aoûtement de la tige sur l'enracinement des boutures de cacaoyer (*Theobroma cacao* L., Sterculiacées). *Café cacao Thé*, vol. XXI, 2 : 91-98.

VOGEL M. 1978. Existence d'un gradient morphogène au niveau des bourgeons végétatifs supérieurs des axes orthotropes chez le cacaoyer (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae). *Café Cacao Thé*, vol. XXII, n° 1 : 13-30.

Chez le cacaoyer, arbre à rameaux dimorphes, l'apparition de la couronne au sommet du jeune tronc semble a priori un phénomène en tout-ou-rien, dans lequel s'opposent un axe orthotrope typique unicaule et des axes plagiotropes ramifiés. Une étude plus précise, sur jeunes troncs «couronnés» non fleuris, montre en fait une progression graduelle de certaines caractéristiques telles que la phyllotaxie, la forme des feuilles, la possibilité et la nature des ramifications éventuelles. L'observation du développement spontané ou forcé des derniers bourgeons axillaires du jeune tronc met en évidence deux types possibles de passage à la plagiotropie. Brutal chez des plantes issues de graines, il est graduel chez certaines plantes à développement préalablement perturbé. La localisation, la nature et l'importance de la zone de passage à la plagiotropie (au sommet du jeune tronc) sont elles mêmes soumises aux fluctuations «aléatoires» communes à tous les phénomènes biologiques. A partir du moment où le jeune axe «couronné» a déjà fleuri, ce type de morphogenèse subit des perturbations notables qui ne sont pas abordées ici.

VOGEL, M.; MACHADO, R. C.R.; ALVIM P. de T. 1981. Remoção de órgãos jovens como método de avaliação das interações fisiológicas no crescimento, floração e frutificação do cacauero. Atas 8ª conferência internacional de pesquisas em Cacau, Cartagena, Colombia, pp. 215-222.

Une étude a été faite des interactions physiologiques entre de jeunes organes du même plant, dans le cadre de la croissance et du développement du cacaoyer. La méthode utilisée a été celle d'un enlèvement hebdomadaire des bourgeons à feuilles, des jeunes feuilles et des cabosses sur des arbres âgés d'environ 6 ans, pendant des périodes de 9 à 14 mois. La comparaison entre les résultats des deux séries d'expériences (1978-1979 et 1979-1981) révèle quatre types de réactions : 1) augmentation marquée de l'intensité de la floraison lors de l'enlèvement de toutes les cabosses mesurant plus d'un centimètre de longueur 2) augmentation de l'intensité des poussées foliaires, si les cabosses non encore mûres et celles d'une longueur de 1 cm, 6 cm et 12 cm étaient enlevées 3) stimulation de la poussée foliaire et du nombre de feuilles, sans période de latence saisonnière, lorsque les bourgeons de 0,2 cm de longueur et les feuilles mesurant 1 cm de longueur étaient enlevées 4) réduction du pourcentage de nouaison des fleurs lorsque les feuilles mesurant 1 cm étaient enlevées; les résultats obtenus appuient la théorie de «corrélations internes» du développement, déjà remarquée dans d'autres plants.

AGRONOMIE-AMÉLIORATION DES PLANTES

PROJET ORSTOM/EMBRAPA

AMÉLIORATION DU *PANICUM MAXIMUM*

Localisation

Centre national de recherches
pour l'élevage des bovins pour l'embouche (CNPGC),
Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Chercheur ORSTOM

Yves SAVIDAN

Responsable brésilien

le chef du CNPGC

Durée du projet

1982-1988

HISTORIQUE

Un terrain d'application à la mesure d'une collection exceptionnelle de fourrage

En mai 1982, un projet intitulé « Programme *Panicum maximum* » mené par Yves SAVIDAN, chercheur ORSTOM appartenant à l'Unité de recherche « Bases biologiques de l'amélioration des plantes », démarre au CNPGC, Centre national de recherche de l'EMBRAPA pour l'élevage des bovins pour l'embouche à Campo Grande dans l'État du Mato Grosso do Sul. Doté d'un dispositif expérimental puissant constitué d'une station de plusieurs milliers d'hectares, de troupeaux importants, de laboratoires bien équipés, ce centre a la lourde charge de coordonner l'ensemble des actions entreprises en matière de production de viande bovine dans tout le pays. Au début des années 1980, un effort important a déjà été réalisé concernant les productions fourragères mais les résultats laissent encore à désirer et les « Cigarrinhas » parasites (*Zelia enterina* et *Deris* sp.) dévastent les pâturages de *Brachiaria*.

Durant vingt années, l'ORSTOM, grâce à ses collectes en Afrique forestière et préforestière, s'était constitué la plus importante collection mondiale de *Panicum maximum*. A cette importante et unique collection, il manquait un terrain d'application à sa mesure. Grâce à ce

programme, ce terrain fut le Brésil dont le potentiel de pâturages est énorme. Le Brésil est, en effet, de tous les pays tropicaux, celui qui possède la plus grande surface cultivée en espèces du genre *Panicum*. Cette graminée fourragère vivace, connue sous les noms vernaculaires de « herbe de Guinée » et « Buffle's grass », atteint trois mètres de haut, est exigeante en terme de fertilité des sols et a un très faible pouvoir germinatif naturel, d'où l'importance de la sélection. Elle est considérée comme la meilleure espèce pour l'embouche, car elle s'avère la plus productive sous cultures.

De l'introduction par les esclaves jusqu'à la collection

Jusqu'en 1982, les sélectionneurs brésiliens ne disposaient que d'une très faible diversité de *Panicum* constituée des plants introduits par les esclaves venus d'Afrique de l'Ouest et de quelques cultivars récents introduits d'Australie. La collection fournie par l'ORSTOM constitue la plus importante introduction de ressources génétiques fourragères réalisée depuis la création de l'EMBRAPA. Pour la première fois se sont trouvées réunies les conditions nécessaires à une réelle diversification, objectif principal des agrostologues brésiliens.

ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

Un effort méthodologique important

L'arrivée du premier envoi de matériel génétique ne se passe pourtant pas bien : faute d'un traitement nématicide approprié, les premières graines en provenance de Côte-d'Ivoire, se révèlent infectées. Évaluer les effets de plus de 400 introductions différentes de la même espèce, et recueillir les informations nécessaires à une future amélioration génétique justifiaient un important effort méthodologique. Une caractérisation précise, basée sur une liste de 35 descripteurs a été réalisée. Toutes les introductions ont été évaluées sur deux répétitions, à deux niveaux de fertilité, durant deux ans ce qui représente l'étude d'un total de 1 600 parcelles. Les variables analysées sont la production de graines pures, la production de matière sèche à partir des feuilles, le pourcentage de feuilles, le pourcentage de protéines dans les feuilles et les tiges, le taux de repousse après la coupe, le comportement floral au long de l'année, la résistance aux insectes nuisibles et en particulier aux « cigarrinhas ». Toutes les introductions sont comparées au cultivar local « coloniã » répandu dans l'ensemble du Brésil. Après l'évaluation en parcelles, une sous-collection de 25 introductions sélectionnées est testée dans tout le pays, grâce au remarquable et fonctionnel réseau de stations d'essais régionaux de l'EMBRAPA. Les meilleures variétés entrent alors en essais de pâturage dans les stations du Centre de recherche de Campo Grande. Les premiers lancement commerciaux débutent en 1989.

Des gains de production importants.

Pour les caractéristiques les plus importantes, matière sèche de feuilles et graines, les 25 meilleures introductions produisent en moyenne deux fois plus que le « coloniã » local (28 tonnes à l'hectare contre 14 pour le « coloniã »). En conditions de bonne fertilité, ces rendements atteignent respectivement 200 tonnes à l'hectare contre 100 au « coloniã ». Sur sols pauvres qui constituent la grande majorité du substrat de ces régions, les gains sont encore

plus importants, la moyenne de matière sèche de feuille atteignant 21 tonnes à l'hectare contre 7 pour le « colônião ». S'il était important de produire plus, il était également nécessaire de produire mieux, c'est-à-dire de façon régulière tout au long de l'année. Car le cultivar « colônião » a pour principal défaut de stopper sa croissance durant la saison sèche, précisément au moment où le bétail a du mal à s'alimenter et de ne produire alors, en quatre mois, que 3 % de sa production annuelle totale. La moyenne de la production des 25 meilleures introductions de *Panicum maximum* durant ces mois secs est de 15 % et dépassent les 20 % pour certains cultivars. Pour les éleveurs ce gain représente le principal avantage apporté par le projet.

PARTENARIAT ET FORMATION

L'effort de formation et le souci du partenariat

Durant cinq ans, l'animation d'une équipe composée de 5 chercheurs et 2 techniciens a permis la transmission d'une philosophie de travail et, aux dires même des responsables du CNPGC, à la création d'une « école » qui perdure à notre coopération et a des effets multiplicateurs grâce à la formation de nouveaux chercheurs par les membres de l'équipe originale. L'amélioration des graminées fourragères tropicales suppose l'utilisation de techniques et méthodologies qui étaient inconnues au Brésil avant le lancement du programme. Des stages pratiques ont donc été organisés pour les chercheurs du CNPGC, stages auxquels se sont joints un chercheur de l'Institut de zootechnie de São Paulo et une chercheuse cubaine. Les techniques utilisées ont été appliquées à la compréhension d'autres problèmes intéressants, en particulier celui traitant de la polyembryonie chez le maïs. Ce travail a abouti à la préparation et à la soutenance d'une thèse de maîtrise. Le chercheur français a de plus réalisé un cours de génétique générale pour les chercheurs du Centre, dispensé un cycle de conférence sur la cytogénétique à l'université de São Paulo (ESALQ). Un séminaire sur les ressources génétiques et l'évaluation des plantes fourragères tropicales et une rencontre internationale sur l'amélioration du genre *Paspalum*, genre principal de graminées fourragères natives, ont également été organisés respectivement à Campo Grande et à São Paulo.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Durant ses cinq années de présence à Campo Grande, Yves SAVIDAN a participé à la rédaction et à la publication, en collaboration, de nombreux travaux scientifiques:

- 2 publications dans des collections de l'EMBRAPA;
- 14 communications présentées dans des congrès brésiliens, et en particulier au cours des réunions annuelles de la Société brésilienne de zootechnie et publiés dans les annales de ces congrès;
- 4 communications présentées dans des congrès internationaux sur les plantes fourragères dont celui de Kyoto en 1985.

La plus importante de ces publications intitulée « Breeding *Panicum maximum* in Brazil. Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures » fait la synthèse de l'essentiel des acquis apportés par le projet.

COOPÉRATION

Un incontestable succès de coopération

Ce projet, qui a duré exactement les cinq années prévues lors de son établissement et dont les objectifs, ambitieux, étaient parfaitement ciblés, a permis le transfert réussi de ressources génétiques qui s'est traduit par un apport technique et économique important pour le pays. Il constitue un exemple rare de transfert et de mise en application d'acquis et de produits étudiés initialement dans des pays africains, et **est encore, aujourd'hui, cité par nos partenaires de l'EMBRAPA comme un exemple de projet de coopération réussi.**

Le transfert de la collection de *Panicum maximum* au Brésil est en lui-même un grand progrès pour la sélection de nouveaux cultivars et la diversification des pâturages dans ce pays à vocation pastorale qu'est le Brésil. La formation continue, les cours et stages pratiques dispensés, auront également permis de préparer nos partenaires à une phase ultérieure féconde d'amélioration génétique qui fait que le CNPGC de Campo Grande est aujourd'hui considéré comme le centre coordinateur des recherches sur l'amélioration génétique des plantes fourragères au sein de l'ensemble du dispositif de l'EMBRAPA qui couvre tout le pays.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- SAVIDAN, Y.; JANK, J.; de SOUZA, F.H.D.; BOOCK, A. 1985. Preliminary evaluation of *Panicum maximum* germplasm in Brazil: an international agronomy research program. Proc. XVth. Int. Grassl. Congr., Kyoto, Japan, pp.117-118.
- JANK, L.; SAVIDAN, Y. 1985. Selection for seed production and dry season forage yield in *Panicum maximum* germplasm. Proc. XVth Int. Grassl. Congr., Kyoto, Japan, pp.119-120.
- SAVIDAN, Y.; JANK, L.; PENTEADO, M.I.O. 1985. Introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras tropicais no Brasil: novas propostas de *Modus operandi*. Documentos, EMBRAPA-CNPQC, Campo Grande, Brasil, 24, 36 p.
- NILAKHE, S.S.; PASCHOAL, G.O.; SAVIDAN, Y. 1985. Survival and fecundity of spittlebug on different grasses. Proc. XVth Int. Grassl. Congr., Kyoto, Japan, pp.791-793.
- JANK, L.; SAVIDAN, Y. 1986. Avaliação preliminar do germoplasma do *Panicum maximum* introduzido da África. 2. Produção de sementes e comportamento do florescimento. **Anais da 23ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Campo Grande, SBZ : 243.
- SAVIDAN, Y.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. 1986. Avaliação preliminar do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 3. Primeiras seleções. **Anais da 23ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Campo Grande, SBZ : 244.
- COSTA, J.C.G.; JANK, L.; SAVIDAN, Y.H. 1987. Relação entre tipo morfológico e produção no germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. **Anais da 24ª Reunião Anual da Soc.Brasileira de Zootecnia**. Brasília, SBZ : 222.
- JANK, L.; SAVIDAN, Y.H.; COSTA, J.C.G. 1987. Seleção de cultivares de *Panicum maximum* quanto à exigência de fertilidade e tolerância à seca. **Anais da 24ª Reunião Anual da Soc.Brasileira de Zootecnia**. Brasília, SBZ : 223.

SAVIDAN, Y ; JANK, L.; COSTA, J.C.G.; C.B. do VALLE. 1989. Breeding *Panicum maximum* in Brazil. 1.Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures. *Euphytica*, 41 : 107-112.

*Le phénomène d'apomixie est largement distribué parmi les plantes fourragères tropicales et a longtemps été considéré comme un obstacle à la reproduction. Le *Panicum maximum* constitue la première possibilité pour les généticiens brésiliens de développer et tester des schémas de reproduction adaptés à une espèce apomictique. Un germoplasma représentatif de *P. maximum* a été introduit et testé avec succès. Plusieurs facteurs limitants ont cependant été détectés. Un schéma idéal est donné pour transférer les nouvelles qualités aux variétés déjà sélectionnées.*

SAVIDAN, Y.H; JANK, L; COSTA, J.C.G. 1990. Registros de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*. EMBRAPA/CNPQC, Documentos 44, 68 p.

*Présentation des 25 introductions de *P. maximum* sélectionnées pour leurs caractéristiques agronomiques supérieures à celles du cultivar commercial « colônião ».*

AGRONOMIE-ÉCOLOGIE

PROJET ORSTOM/EMBRAPA

ÉVALUATION DES RESSOURCES NATURELLES ET SOCIO-ÉCONOMIQUES DU TROPIQUE SEMI-ARIDE DU NORD-EST BRÉSILIEN OU ZONAGE AGRO-ÉCOLOGIQUE DU NORD-EST BRÉSILIEN

Localisation

Centre de recherches agronomique du tropique semi-aride (CPATSA),
Petrolina, Pernambuco

Chercheurs ORSTOM

Gilles RICHÉ, pédologue (1981-1993), coordinateur ;
Georges FOTIUS, botaniste (1982-1993) ;
Daniel CARDON, agroclimatologue (1981-1985) ;
Michel MOULINIER hydrologue (1982-1984) ;
Gérard DANDOY, géographe (1983)

Autres membres de l'équipe (temps partiel)

Gérard COCHONNEAU (informaticien) ; Jean Claude LEPRUN (pédologue) ;
Jean François PARROT (informaticien) ; Patrick SÉCHET (informaticien)

Partenaires brésiliens

Evariste E. de MIRANDA ; Antonio Carlos SCHIFINO et Iedo Bezerra SA, coordinateurs ;
Luiz E. MANTOVANI, pédologue ; M. da Silva AMORIN NETO
et Therezinha X. BASTOS, agro-climatologues ;
Iedo B. SA et José Luciano S. de LIMA, botanistes ;
Aderaldo de S. SILVA, agronome ;
Paulo S. de S. MAGALHAES, hydrologie ; Antonio Carlos SCHIFINO, agronome ;
Everaldo Rocha PORTO, agronome, etc.

Durée du projet

commencé en 1981, terminé en 1993

HISTORIQUE

La naissance du programme multidisciplinaire

Le programme de coopération intitulé « **Inventaire des ressources naturelles et socio-économiques du Nord-Est** » du nom du programme national de recherche (PNP 027) de l'EMBRAPA qui doit être inclus dans la future convention générale ORSTOM/EMBRAPA qui sera signée en octobre 1980, voit le jour en 1979. Il naît de la volonté commune de l'EMBRAPA et de l'ORSTOM (Pierre DUBREUIL, alors représentant de l'ORSTOM au Brésil en est le principal artisan) et est explicité dans le premier plan de travail 1980 ORSTOM/-EMBRAPA du CPATSA de Petrolina, centre d'exécution du projet.

Les objectifs du programme, d'une durée de deux ans, sont alors les suivants :

- coopérer au projet d'inventaire des ressources naturelles (climat, sol, eau, végétation, faune) et socio-économiques du tropique semi-aride brésilien (TSA) afin d'orienter le programme de recherche sur l'exploitation de ces ressources.
- mettre au point des méthodologies pour des études semblables dans d'autres régions du Brésil.

Il est prévu l'affectation de cinq chercheurs permanents de l'ORSTOM dans les domaines suivants : climatologie, botanique, hydrologie, pédologie, géographie rurale ou socio-économie. La contrepartie brésilienne mise à disposition du programme compte dix-huit chercheurs en 1980.

« Remontante » ou « descendante » : la difficile adoption d'une démarche méthodologique satisfaisante

En fait, dès janvier 1980, l'intitulé du programme est conjointement modifié : il ne s'agit plus d'un inventaire mais d'une évaluation, ce qui signifie que l'on travaillera seulement à partir des informations disponibles pour, après analyse et homogénéisation, en déduire une division régionale en zones homogènes à l'échelle du 1/500 000. Cette première opération prévue en deux ans doit aboutir à une régionalisation à petite échelle. La zone couverte devient tout le Nord-Est et non plus seulement le TSA brésilien. Une seconde opération consistera en une analyse socio-économique des systèmes de production à partir d'observations sur exploitations en vue de leur modélisation. L'utilisation initiale intensive de la télédétection est écartée.

La rédaction en novembre 1981, par Jean-Yves MARCHAL, géographe de l'ORSTOM, d'une mise au point intitulée « Note sur la participation d'un géographe au programme d'évaluation des ressources naturelles et socio-économiques du TSA brésilien. Un problème de méthode » provoque une polémique au sujet de la méthodologie à employer et du rôle du géographe dans le programme. Une courte mission de J.Y.-MARCHAL à Petrolina début 1982 relance le débat. Le litige peut être résumé ainsi : alors que la méthodologie préconisée par les géographes privilégie l'approche conventionnelle de type « descendante », c'est-à-dire qui va du général au particulier, l'approche défendue par les chercheurs du CPATSA parmi lesquels Gilles RICHE, pédologue de l'ORSTOM, est une démarche de type « remontante ». Les arguments avancés par ces derniers sont fondés sur le niveau de connaissances de la région Nord-Est et en particulier sur la qualité des documents existants qui font qu'il n'est guère possible de travailler en allant du général au particulier. Il est nécessaire d'étudier au moins une zone-test pour dégager les mécanismes et les paramètres permettant une étude « intégrée » du milieu physique et socio-économique pour, ensuite, en tester le degré de généralisation en le comparant à d'autres zones-tests. Pour des raisons techniques et de contraintes admini-

tratives, c'est cette dernière approche qui est choisie lors de la quatrième réunion ORSTOM/EMBRAPA qui a lieu à Paris en octobre 1982. On est donc passé d'une approche « descendante » plus ambitieuse et lourde visant à la mise en place d'une base de données et nécessitant des moyens importants à une approche « remontante » plus « légère ». Pourquoi? Parce que, outre le degré de fiabilité des documents à petite échelle existants, la qualité des prises de vues aériennes disponibles rendait difficile, sinon impossible, la caractérisation et la subdivision en zones homogènes d'une région de plus d'un million de kilomètres carrés mal connue; voire inconnue de la plupart des chercheurs français du projet formés en Afrique. Il était donc nécessaire de travailler à un niveau de prospection suffisamment fin pour comprendre la hiérarchisation et l'imbrication des paramètres du milieu naturel et socio-économique. De plus, à la suite de la création du Programme de développement régional intégré (PDRI) financé par la Banque mondiale et mis en place dans tous les États du Nordeste brésilien, il fallait travailler sur des zones dites prioritaires d'extension variable, de 3 000 à 100 000 km² et au nombre de une à trois par État qui rendait obligatoire la démarche « remontante ». Enfin, le coordinateur brésilien du projet E.E. de MIRANDA, de formation écologique française était, pour des raisons diverses, entièrement en faveur de cette démarche méthodologique qui est finalement adoptée et qui prévoit les étapes suivantes :

- 1ère étape : paysages agro-écologiques élémentaires à l'échelle du 1/100 000, utilisation des photographies aériennes;
- 2ème étape : les grands paysages agroécologiques à l'échelle du 1/250 000, utilisation des images de radar;
- 3ème étape, les grands ensembles homogènes à l'échelle du 1/2 000 000, utilisation des images de radar et du satellite Landsat.

Au cours de la première étape, une étude intégrée du milieu est tentée dans la zone-test de Ouricuri, d'une superficie de 7 500 km², située à 220 km au NE de Petrolina.

Ce changement d'objectif et de méthodologie du zonage agroécologique de la région semi-aride a pour conséquence une prise de décision rapide du Comité technique de géographie de l'ORSTOM de n'affecter un chercheur que pour quelques mois et de préconiser un retrait des géographes du programme. De fait, après la mission de six mois de G. DANDOUY, aucun chercheur de l'ORSTOM ne travaillera au volet socio-économique du projet.

La lente mise en place de l'équipe ORSTOM

Établi en 1979 et présenté en 1980, le programme ne débute effectivement qu'en janvier 1982 et les premières études ne commencent qu'en mai de la même année, lorsque l'équipe réduite des chercheurs ORSTOM peut s'installer dans les nouveaux locaux du Centre de recherches du CPATSA situé à 45 km de Petrolina, au milieu de l'écosystème « caatinga », principal objet de l'étude multidisciplinaire. Le CPATSA va développer alors des activités de recherche incluses dans trois PNP (Programme national de recherche dans la structure EMBRAPA) : le PNP 027 ou Ressources naturelles, le PNP 030 ou Transferts de technologies, le PNP 033 ou Systèmes de production. L'équipe ORSTOM est constituée de Gilles RICHÉ, pédologue et de Daniel CARDON, agroclimatologue qui sont arrivés en septembre 1981, de Michel MOLINIER, hydrologue affecté en mai 1982 et de Georges FOTIUS, botaniste en mission de novembre 1981 à mars 1982, avant son affectation permanente fin 1982.

Lors de la quatrième réunion annuelle ORSTOM/EMBRAPA en octobre 1982, l'ORSTOM s'engage à affecter à Petrolina, dès le début de 1983, l'équipe complète de chercheurs prévue dans le plan de travail, c'est-à-dire, en plus des quatre chercheurs mentionnés ci-dessus, le

géographe dont le nom n'est pas encore connu. Après la mission de J.-Y. MARCHAL en mars 1982, c'est Gérard DANDOY qui sera affecté pour six mois dans le courant de 1983.

Par commodité et parce que l'équipe ORSTOM qui entre 1982 et 1984 était constituée de quatre à cinq personnes, passa ensuite et jusqu'à ce jour à seulement deux chercheurs permanents, le pédologue et le botaniste, les activités développées seront regroupées en deux périodes. La première correspond au projet « Évaluation des ressources naturelles et socio-économiques du tropique semi-aride du Nord-Est brésilien ». Le second correspond plus spécifiquement au projet « zonage agro-écologique du Nord-Est brésilien ».

PRINCIPALES ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR L'ÉQUIPE ORSTOM ET LE CPATSA ENTRE 1982 ET 1984

PÉDOLOGIE

G. Riché et L.e. Mantovani

Activités réalisées

Tout commence par les études morphopédologiques

Dans la zone-test de Ouricuri, la priorité est donnée à l'élaboration d'une esquisse morphopédologique au 1/70 000 (qui est l'échelle des photographies aériennes) qui servira de base aux études socio-économiques, d'occupation des sols, de végétation et faune, de la dynamique de l'eau. Une carte morphopédologique détaillée originale est élaborée et servira de test pour les autres régions du TSA. Des études complémentaires fines sont réalisées sous la forme de séquences de sols afin de mieux cerner les problèmes de dynamique de l'eau (P. AUDRY, UFBa de Salvador) et d'acidification superficielle (A. CHAUVEL, USP, São Paulo). Une recherche méthodologique concernant la contribution de l'imagerie satellite Landsat à la caractérisation des paysages agroécologiques élémentaires en collaboration avec l'Institut de recherche spatiale (INPE) de São José dos Campos, est tentée. Cette méthodologie a pour but de confronter les images de satellites traitées par ordinateur à l'interprétation des photos aériennes classique et en infrarouge.

De plus, G. RICHÉ participe à des séminaires de formation de techniciens de terrain, à des réunions pour la mise au point de la méthodologie de l'évaluation des ressources dans les régions prioritaires du PDRI de la Bahia et de la Paraíba. A partir de janvier 1984, il devient le responsable de l'équipe multidisciplinaire chargée de ce qui sera appelée désormais le « Zonage agro-écologique du Nordeste brésilien ».

Publications

RICHÉ G. & MANTOVANI L.E. - Méthodes de cartographie morphopédologiques à différentes échelles dans la région semi-aride du Brésil. (en portugais). Congrès de la SBCS, Curitiba, 1983.

RICHÉ G. & MANTOVANI L.E. 1982. Une approche moderne des problèmes de cartographie des sols pour la région semi-aride du Brésil. (en portugais). Sympos. brés. du tropique semi-aride, Olinda (PE).

Séminaires

- « Politique pédologique pour le Nord-Est du Brésil », SUDENE, Recife, 1981.
- « Réunion des experts français pour le Nord-Est du Brésil », Recife, 1982.
- « Réunion sur la politique de développement rural », EMATER, Bahia, 1982.

Conférences

- « Géographie et chronologie des sols de l'État de la Bahia », Bondy, juin 1981.
- « Pédologie et développement : une expérience africaine », EMBRAPA, Petrolina, février 1982.

BOTANIQUE

G. Fotius, J.L.S. Lima et I.B. Sa

Activités réalisées

Du fait de l'absence quasi totale de la documentation de base nécessaire, dès sa première mission de reconnaissance, il devient évident pour G. FOTIUS que le programme ne pouvait se dérouler comme prévu dans le projet initial.

Affecté à temps complet à Petrolina en novembre 1982, le chercheur français réoriente les travaux suivant deux axes principaux :

- constitution de collections de référence (herbier, carpothèque, xylothèque)
- recherche méthodologique en ce qui concerne l'exécution des relevés phytosociologiques et la représentation cartographique des groupements végétaux.

Les deux premières années du projet, la zone de Ouricuri fait l'objet de relevés botaniques destinées à la création d'une Écothèque et permettant un début de caractérisation de la « caatinga ». La « caatinga » s.l. présente la particularité d'être très homogène d'aspect mais très diversifiée sur le plan floristique. Les difficultés de détermination des espèces récoltées permettent seulement de supposer que plusieurs espèces nouvelles existent, principalement chez les Bignoniacées et les Convolvulacées. Considérée comme aire de parcours pour un élevage extensif de faible productivité, sans grandes ressources en bois d'œuvre, cette formation n'a été que faiblement prospectée et manque d'inventaires tant floristiques que phytosociologiques. L'inventaire phytosociologique en fonction des situations morphopédologiques, incluant les zones de transition et la définition des binômes sol-végétation va commencer dès 1984.

Un effort particulier a été fait en ce qui concerne la recherche méthodologique lors de l'exécution des relevés phytosociologiques et, surtout, lors de la représentation cartographique des groupements végétaux à partir de documents satellitaires traités visuellement ou par ordinateur. Une carte de dégradation des formations végétales au 1/70 000 est alors élaborée.

Publications

SA I.B. & FOTIUS G. 1985. Considerações sobre algumas árvores, arbustos e ervas das caatingas. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, PE. 8 p.

Caractéristiques et écologie schématique des espèces les plus représentatives de la « caatinga » à la demande de l'École de guerre de Rio de Janeiro.

- FOTIUS G. 1983. Descrição da cobertura vegetal da bacia experimental de Sumé. In : Bacia experimental de Sumé, instalação e primeiros resultados. SUDENE, sér. Hidrologia, 16 : 46-53, Recife.
Description et estimation du couvert de la végétation des micro-bassins constituant le bassin hydrologique expérimental de Sumé.
- FOTIUS G. & SA I.B. 1985. Esboço da vegetação da bacia hidrográfica de Sipaubá, Bodocó/PE. EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 29, 30 p., 2 cartes.
Cartographie de la végétation d'un bassin versant.

HYDROLOGIE

M. Molinier et P.S. de S. Magalhaes

Activités réalisées

Deux particularités principales vont influencer le développement des activités hydrologiques au CPATSA. La première vient du fait que la discipline n'existe pas en tant que telle à l'EMBRAPA qui n'emploie que des agroclimatologues ou des agronomes spécialisés en irrigation ou en hydraulique rurale mais pas d'hydrologues. La seconde concerne la nécessité, pour réaliser le zonage, de disposer d'une banque de données importante, la plus proche étant celle de la SUDENE à Recife, montée et déjà utilisée par l'équipe ORSTOM dont les membres se sont succédés entre 1972 et 1992 (voir le dossier détaillé du programme développé à la SUDENE). Les relations tendues existant à l'époque entre certains membres des deux organismes brésiliens et l'absence de contacts au plus haut niveau capables de surmonter ces problèmes relationnels n'ont pas permis l'échange officiel des données. Celles-ci n'ont pu être partiellement utilisées que grâce aux relations personnelles entre les chercheurs de l'ORSTOM. L'étude de la zone-test de Ouricuri prévoyait l'installation du bassin versant de Bodocó de 150 km² comportant deux sous-bassins de quelques dizaines de km². Ces bassins ont été choisis, prospectés, mais la modicité des crédits débloqués n'a pas permis l'achat et l'implantation du matériel nécessaire (moulinets, limnigraphes) et la gestion de ces bassins. En l'absence d'hydrologues nationaux, le CPATSA fait appel à l'Institut technologique de São Paulo (IPT) qui envoie deux de ces agents sur place mais la collaboration n'a pas de suite. Ne disposant pas des données de terrain, M. MOLINIER travaille donc sur des données plus générales de la région contenues dans la banque de la SUDENE et réalise l'étude hydropluviométrique et la répartition spatio-temporelle des pluies de la zone d'Ouricuri. Après quinze mois de séjour à Petrolina, M. MOLINIER, qui a rédigé et soumis au CPATSA un projet de recherche en hydrologie dans le cadre du zonage, mais n'a reçu aucune réponse, quitte Petrolina en juillet 1984 et, est, à sa demande, affecté au secteur d'hydrologie du Département d'ingénierie civile de l'université fédérale du Pernambuco (UFPE) auprès du P^r. Sylvio CAMPELO, partenaire de longue date de l'ORSTOM.

Publications

- MOLINIER, M.; MAGALHAES, P.S. de S. 1983. Hidrologia da região de Ouricuri (PE). EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, Brasil, rapp. multig., 70 p.
- MOLINIER, M.; MAGALHAES, P.S. de S. 1985. Estudo espaço-temporal da pluviometria da região de Ouricuri (PE). EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, Brasil, *Série e Documentos*, n° 36.

AGROCLIMATOLOGIE

D. Cardon et S. Amorin Neto

Activités réalisées

Parmi les préoccupations liées à l'implantation d'aménagements agricoles, les impératifs climatiques (pluie, rayonnement solaire global, température, évaporation, etc.) occupent une place prépondérante. L'établissement d'un zonage agricole permettant un calage ultérieur des cycles culturels sur la climatologie est donc envisagé. Pour ce faire, une étude à deux volets distincts est programmée : une étude agro-climatique classique initiale et une étude postérieure de documents de télédétection. La première, qui sera la seule à être réalisée durant le séjour de D. CARDON de 1981 à 1983, comprend une étape d'enquête et de prise de connaissance et une étude détaillée de l'évaporation et des déficits hydriques. Il est apparu en effet, rapidement, qu'au sein de la constance climatique régionale dominée par la sécheresse, le déficit hydrique était le facteur principal du zonage en matière de climat.

Un programme complexe de traitement sur ordinateur est alors élaboré en grande partie, faute de moyens matériels sur place, grâce à l'utilisation d'un ordinateur de l'UFBA de Salvador et à l'obligeance de P. AUDRY, pédologue de l'ORSTOM, mais oblige à de longs déplacements. Les données climatiques de deux stations du proche São Francisco utilisées dans le calcul du bilan hydrique sont homogénéisées et comparées. Diverses formules d'évapotranspiration de PENMANN, THORNWAITE, HARGREAVES, BROCHET-GERBIER, sont testées et des corrélations avec les données de l'évaporation du bac de type A des stations sont établies. Le bilan hydrique de l'État du Piauí est effectué et présenté à un congrès national d'irrigation (voir références des travaux publiés).

Le manque de moyens de travail informatique au CPATSA incite le chercheur français à profiter de son congé en France pour effectuer un stage au laboratoire de bioclimatologie du CNRA à Versailles et y traiter les données brésiliennes en attente. Le problème du matériel n'étant pas résolu fin 1983, D. CARDON est affecté au volet gestion des données du nouveau projet ORSTOM/EMBRAPA intitulé SISGEO au Centre de recherches agro-pastorales du tropique humide (CPATU) de Belém.

Publications

AMORIN NETO, M.da S.; CARDON, D. 1982. Balanço hídrico de regiões características do estado do Piauí. I Congr. Piauiense de Irrigação e Drenagem. 2 au 4-06-1982.

CARDON, D.A.; AMORIN NETO, M.da S. 1982. Estimativa da temperatura média em função das temperaturas máxima e mínima para região de Petrolina (PE). 2º Congr. Bras. de Meteorologia. 18 au 22-10.1982, Pelotas (RS).

L'objectif de ce travail est d'estimer la température moyenne journalière en fonction des températures maxima et minima, ces dernières étant facilement accessibles. Pour ce faire, deux formules ont donc été établies qui permettent une estimation satisfaisante des températures moyennes journalières pour toute la région étudiée.

CARDON, D.A.; AMORIN NETO, M.da S. 1983. Estimativa da evapotranspiração em diversos períodos de tempo para o Sertão do Vale do São Francisco. Comparação de métodos. Communication présentée aux États généraux de la recherche française en Amérique Latine. 1983.

GÉOGRAPHIE

G. Dandoy et A. C. Schifino

Activités réalisées

G. DANDOY est affecté en mission de longue durée de six mois à la mi-1983, pour rendre compte à son Comité technique des possibilités réelles de la faisabilité du zonage agro-écologique en termes de moyens disponibles. Du côté brésilien, la participation au programme du chercheur de l'ORSTOM comprend :

- un projet d'étude synchronique et diachronique des principaux systèmes écologiques du TSA en utilisant la télédétection spatiale pour le suivi du thème « occupation et organisation de l'espace »;
- la structuration de l'Écothèque du TSA en collaborant à la constitution d'une cartoθήque et à l'archivage de l'imagerie satellite (téléthèque);
- la constitution d'un volet géographique de la bibliographie sur les ressources naturelles du TSA;

Un plan de constitution et de gestion de la cartoθήque et de la téléthèque est établi mais la désignation d'un responsable et d'un technicien chargé du travail ne se fait pas et ce manque de prise de décision clôt cette activité.

G. DANDOY constituera une ébauche de bibliographie du TSA à affinité géographique qu'il laissera aux responsables du CPATSA à son départ fin 1983. Il prendra, à titre personnel, au cours de son séjour, de nombreux contacts à la SUDENE, à l'INPE, à l'IBGE, contacts qui n'auront pas de suites ni de retombées pour le programme du zonage.

En l'absence d'un géographe permanent de l'ORSTOM, les études socio-économiques ont été menées par une équipe mixte comprenant un consultant de l'IICA et un chercheur de l'EMBRAPA.

Publication

DANDOY, G.; LORTIC, B. MARCHAL, J.-Y. 1982. Pour un zonage agro-écologique du TSA : essai de délimitation d'unités physiographiques sur quatre scènes Landsat.

Le zonage agro-écologique doit répondre à la nécessité de disposer d'une série de documents cartographiques à une échelle convenable pour orienter les recherches agro-pastorales et servir à la planification régionale. L'échelle du 1/2 000 000 retenue devrait offrir un degré de précision suffisante pour cette planification.

CONCLUSIONS CONCERNANT LES ACTIVITÉS RÉALISÉES AU CPATSA ENTRE 1982 ET 1984

Conçu de manière rationnelle pour répondre à un réel besoin régional par les responsables des deux organismes, l'ORSTOM par l'intermédiaire de son représentant au Brésil, l'EMBRAPA par l'intermédiaire du chef du CPATSA et des coordinateurs des divers PNP, programmes nationaux de recherches intervenants menés dans la région, le grand programme pluridisciplinaire « **Évaluation des ressources naturelles et socio-écono-**

miques du tropique semi-aride du Nordeste brésilien » n'a pas atteint les objectifs qu'il s'était assigné. Les raisons de cet insuccès momentané, car la suite montrera que le programme sera conduit à sa fin, sont diverses et partagées. Du côté français, on peut avancer les erreurs dues au manque de concertation avec et entre les différentes disciplines concernées lors de l'élaboration du programme et de la mise au point de la méthodologie générale. P. DUBREUIL, représentant de l'ORSTOM au Brésil à l'époque a convenu avec justesse « qu'il eût été nécessaire d'aboutir avant (le démarrage du projet) à un large consensus des participants sur les méthodes, moyens, stratégie et buts si l'on voulait obtenir des résultats tangibles à la hauteur des objectifs ». La bonne marche d'une équipe multidisciplinaire d'un projet ambitieux, déjà difficile dans un laboratoire national, devient acrobatique lorsqu'il s'agit de chercheurs seniors expatriés loin à l'intérieur d'un pays nouveau et qui doivent se plier à un objet d'étude et à une démarche scientifique définis d'avance. On n'impose pas à des individus de disciplines différentes de travailler harmonieusement ensemble. Il faut les choisir pour leur compétence mais aussi pour leurs qualités humaines et savoir les gérer en fonction de ces qualités. Les attermoissements de l'ORSTOM, qui venait de se doter d'une nouvelle structure de recherches en départements plus autonomes, lors de l'affectation programmée de ses chercheurs ont été, et les comptes rendus des réunions bilatérales annuelles en font foi, mal ressentis par nos partenaires. Du côté brésilien, les contraintes administratives et politiques locales imposaient certains réajustements au projet et n'ont pas toujours été bien compris par les partenaires français. La structure compartimentée de l'EMBRAPA n'aidait pas à un travail pluridisciplinaire de cette nature. Les mauvaises relations latentes, mais évidentes, entre les organismes locaux ne favorisaient pas les collaborations pourtant indispensables et mettaient les chercheurs français en porte-à-faux. Les inconvénients d'un centre de recherches créé pour des raisons d'efficacité scientifique discutables, dans la nature, à 45 km d'une petite ville sans grandes commodités, déjà grands pour les nationaux, devenaient insupportables pour les expatriés et leurs familles. Le manque de matériel et de crédits et une certaine indécision et absence de prise de position de la part de certains responsables du projet alors que certains autres faisaient preuve de fermeté excessive, voire d'autoritarisme au niveau des priorités de recherche, firent naître désenchantement et désaffection. Courant 1984, soit deux années après le début du programme, il ne restait plus à Petrolina que le pédologue et le botaniste français, eux, en revanche, parfaitement intégrés. On pouvait alors logiquement penser que le programme établi ne pourrait être mené à terme. Il le fut pourtant, mais il fallut comme nous allons le voir maintenant plusieurs années pour y parvenir.

PRINCIPALES ACTIVITÉS RÉALISÉES AU CPATSA ENTRE 1984 ET 1993

HISTORIQUE

Le projet s'oriente résolument vers le zonage agro-écologique

Avec une équipe française réduite, mais des partenaires nombreux et déterminés, le projet va prendre une autre orientation. Plusieurs modifications importantes interviennent en effet entre 1983 et 1985 et vont se répercuter sur le développement du projet. En mars 1983, P. DUBREUIL,

initiateur français du programme rentre en France et est remplacé par A. PERRAUD, pédologue qui a travaillé dans le Nordeste. Peu de temps auparavant A. RUELLAN, ancien pédologue de l'ORSTOM et qui connaît bien le Brésil, a été nommé directeur général de l'Institut français pour la recherche scientifique en coopération, nouvel ORSTOM entièrement restructuré. En 1985, c'est la direction de l'EMBRAPA, suite à la mise en place de la « Nouvelle République » qui est renouvelée. Le projet Nordeste est créé par le nouveau ministère de l'Agriculture. Le nouveau président de la République, pour montrer son intérêt à la région Nordeste, visite le CPATSA. E.E. MIRANDA, coordinateur du PNP 027 et du projet ORSTOM/EMBRAPA « Évaluation des ressources naturelles et socio-économiques du TSA » quitte le CPATSA et est remplacé par A.C. SCHIFINO chercheur du CPATSA lié au projet commun.

Les hommes ont changé. La région Nordeste est l'objet de bien des égards. Le projet, jusqu'à présent, dédié à la région d'Ouricuri, va s'orienter entièrement vers le zonage agro-écologique.

Pourquoi un « zonage agroécologique du Nordeste brésilien »?

G. RICHÉ explique pourquoi. Si la région semi-aride du Brésil, ou tropique semi-aride (TSA), qui occupe près de 950 000 km² soit 57 % du Nord-Est brésilien, possède depuis quatre siècles des populations sédentarisées alors que les zones forestières et préforestières des régions nord et centrales du pays étaient, jusqu'au début du siècle, pratiquement désertes et soumises à une économie de cueillette itinérante, c'est que ces écosystèmes forestiers et de savanes étaient beaucoup moins accessibles et favorables à la fixation de l'homme et au développement d'activités agro-pastorales (maladies humaines endémiques, problèmes zoo- et phytosanitaires, pauvreté des sols...). En revanche, malgré des régimes climatiques quelquefois difficiles et adverses, les conditions sanitaires et phyto-édaphiques qui prédominent dans le TSA ont donné naissance à des écosystèmes diversifiés et peu fragiles favorables à l'implantation et au maintien de communautés rurales stables.

Les conditions climatiques sont marquées par une pluviosité annuelle variant entre 400 et 800 mm, mais à forte variabilité annuelle et inter-annuelle. Cependant, le degré hygrométrique toujours élevé de l'air, les régimes pluviométriques variés (modal, bimodal, à pluies d'hiver, à pluies d'été), une agressivité des pluies moindre que dans d'autres régions à climat similaire et une forte influence orographique qui permet la présence de nombreuses « niches micro-climatiques » ou « brejos » humides à potentialité agricole réelle sont des facteurs favorables.

Les conditions phyto-édaphiques se manifestent par la diversité des sols (quinze grands types de sols répertoriés) dont nombreux sont riches chimiquement et possèdent une bonne structure de surface. Cette diversité des sols, alliée aux caractéristiques spécifiques de la végétation de « caatinga », permettent une grande diversification des terroirs et donc, des activités agro-pastorales. En effet, la « caatinga » possède un pouvoir de régénération élevé qui favorise d'une part, une exploitation des terres selon le système culture/jachère avec une dégradation minimale des sols et, d'autre part, un élevage extensif de bovins, ovins, ou caprins selon les possibilités d'abreuvement et la composition floristique de la végétation.

Cependant, depuis une décennie environ, ces écosystèmes relativement peu fragiles sont particulièrement malmenés à cause des transformations socio-économiques profondes qui affectent le paysage du TSA. En effet, on assiste à une « intériorisation » du développement et à l'implantation de grands pôles d'irrigation (environ 400 000 ha irrigués le long du fleuve São Francisco avec priorités aux produits d'exportation) mais aussi à une augmentation rapide et désordonnée des surfaces en pâturages cultivés (*Cenchrus ciliaris*) dont les conséquences à

moyen et à long termes sur les grands équilibres naturels sont préoccupantes. Par ailleurs, une grande part des échecs observés à la solution du problème des grandes sécheresses cycliques doit être mise au compte d'une connaissance insuffisante de la diversité environnementale de la région semi-aride.

OBJECTIFS

Le diagnostic présenté ci-dessus indique que le TSA brésilien est vaste, diversifié dans ses ressources naturelles, avec une forte dynamique de développement agro-pastoral mais que les connaissances de son environnement sont insuffisantes. Il en découle que le développement équilibré de l'espace rural dans cette région passe prioritairement par l'identification, la caractérisation et la spatialisation des écosystèmes naturels ou semi-naturels et par l'adéquation de ceux-ci à des écosystèmes anthropogéniques tout en tentant d'optimiser l'utilisation de leur potentiel de ressources naturelles selon le concept de ODUM (1985).

L'objectif du projet est donc, après la mise au point des méthodologies d'investigation et de diagnostic du milieu naturel déjà commencées sur les secteurs d'Ouricuri et qui se poursuit à Massaroca en collaboration spontanée avec le DSA du CIRAD, l'exécution du zonage par État et micro-régions à la demande de l'important Programme d'appui au petit producteur (PAPP) qui permettra des interventions en milieu réel à des échelles diverses.

ASPECTS MÉTODOLOGIQUES

Il s'agit en premier lieu d'identifier et de caractériser les écosystèmes. Dans l'optique choisie de recherche pour le développement, les écosystèmes sont définis sous leurs aspects phyto-édaphiques, caractérisation sans doute « réductrice » par rapport au concept d'écosystème développé par les écologistes (ODUM, déjà cité), mais qui constituent un outil suffisant pour en déterminer leur potentialité agro-sylvo-pastorale et par conséquent les lignes d'intervention éventuelles. Pour cette raison, les sites d'étude des écosystèmes sont choisis en fonction du moindre degré de dégradation (écosystèmes naturels ou semi-naturels) et analysés par points (parcelles) repérés sur imagerie satellitaire en fausse couleur avec observations de terrain et analyses de laboratoire. Les informations floristiques et phyto-sociologiques et les données sur le binôme sol-végétation sont traitées à l'aide du logiciel SISFITO créé par l'ORSTOM en collaboration avec l'EMBRAPA et le logiciel ORSTOM ECOSYS mis au point par J.-F. PARROT.

Pour l'analyse spatialisée des écosystèmes, cette analyse procède de deux démarches. La première est essentiellement numérique et la seconde présente un caractère plus naturaliste.

La spatialisation des écosystèmes par l'analyse numérique utilise le logiciel ORSTOM TIMOR (créé par J.-F. PARROT et H. CHEVILLOTE) qui permet le croisement de données exogènes (sol, végétation, etc.) avec les données satellitaires et le logiciel TROPICA qui conduit à la confection de documents graphiques et thématiques spatialisés. Les applications sont les suivantes :

- analyse numérique des unités phyto-édaphiques en temps qu'ensembles hétérogènes;
- relations statistiques entre sols et plantes;
- extraction automatique des formes circulaires.

La spatialisation naturaliste par le concept d'« unité géoambientale » a été créé pour répondre aux demandes des divers organismes et entités chargés du développement rural. Une méthodologie d'analyse rapide du milieu naturel et de son occupation a été mise au point à cet effet. Elle est fondée sur le concept de « l'unité géoambientale » définie comme une entité où le substrat, la végétation naturelle, le modelé, la nature et la distribution des sols en fonction de la topographie, constituent un ensemble de problématique homogène dont la variabilité est minima en fonction de l'échelle de perception. L'absence de référence aux conditions climatiques est due au fait que dans le TSA brésilien, les postes climatiques sont dispersés et souvent mal localisés et que la végétation naturelle intègre parfaitement dans ses aspects floristiques et phyto-sociologiques, les données édapho-climatiques du milieu étudié.

En ce qui concerne les applications, trois niveaux de perception ont été retenus correspondant aux nécessités de la recherche pour le développement avec élaboration de documents aux échelles municipales (équivalente à l'échelle départementale française), micro-régionale et régionale. Les travaux réalisés présentent un caractère de démonstration de la méthodologie mise en œuvre servant ainsi de modèle pour des études similaires dans d'autres régions du TSA ou en dehors de celui-ci.

ACTIVITÉS RÉALISÉES ET RÉSULTATS OBTENUS

Implantation d'une unité de traitement de documents satellitaires au CPATSA/- EMBRAPA

Un module de traitement composé d'un micro-ordinateur, d'une imprimante couleur et d'une table à digitaliser a été implanté en 1992 utilisant le logiciel ORSTOM TROPICA et le logiciel Pizazz Plus (logiciel acquis de Applications Technics Inc.). Un matériel plus performant incluant un disque optique sera installé à la fin 1993 avec un SIG compatible avec les nécessités du nouveau projet de recherche prévu à partir de 1994. Par ailleurs le CPATSA dispose depuis peu, d'une station de travail IBM avec logiciel SPRING (Système d'information géographiques de l'INPE). Cet ensemble informatique va permettre, à partir de 1994, la création dans le cadre du CPATSA d'un « Centre de Télédétection » qui servira tant comme outil de travail pour l'équipe ORSTOM/EMBRAPA que comme unité de démonstration pour les professionnels spécialisés du Nordeste et éventuellement d'autres régions du Brésil.

Interventions en milieu réel

Elles peuvent être regroupées en trois grands thèmes :

■ LE ZONAGE AGRO-ÉCOLOGIQUE DU NORDESTE ET SES APPLICATIONS COMME OUTIL DE PLANIFICATION.

C'est le concept « d'unité géoambientale » qui a permis la réalisation du « Zonage agro-écologique du Nordeste du Brésil ». Ce travail, coordonné par l'antenne ORSTOM du CPATSA, est le fruit d'un travail multidisciplinaire mené étroitement avec des chercheurs du SNCLS/EMBRAPA de Recife (en particulier F. BARRETO R. E SILVA, N.C. de SOUSA NETO, José Coelho de ARAUJO, A. Cabral CAVALCANTI et Flavio H. BARRETO da SILVA) et du DSA/CIRAD du CPATSA (en particulier J.-P. TONNEAU). Il divise le Nordeste en 20 grandes unités de paysage et 172 unités « géoambientales ». S'agissant d'une étude pionnière au Brésil, et jugée prioritaire par les autorités chargées de la planification et du développement, il sera étendu à tout le territoire brésilien et ceci, sous la responsabilité de l'EMBRAPA.

Le zonage agro-écologique constitue un instrument de planification régionale efficace grâce aux possibilités offertes suivantes :

- valorisation rationnelle des résultats de recherche agronomique par l'implantation de tests d'ajustement en zones homogènes;
- mise à disposition de ressources pour la localisation de l'application de la réforme agraire à partir de la connaissance du potentiel des ressources naturelles et de la structure foncière;
- aide à l'application de la politique du crédit rural en fonction des conditions édapho-climatiques
- adéquation des disponibilités en eau à la structure foncière et aux systèmes de production employés et meilleure planification des activités agricoles.

Par ailleurs, suite à une forte demande suivant la même démarche méthodologique de la part d'organismes officiels ou non gouvernementaux, l'équipe ORSTOM-CPATSA a coordonné, collaboré ou/et élaboré des projets de développement fondés sur l'environnement pour le gouvernement fédéral, les États et les micro-régions, les communautés rurales, dans ce dernier cas en collaboration avec le DSA/CIRAD, les banques de développement et de crédit rural et les municipalités, des ONGS, les organismes de vulgarisation et l'Institut de la réforme agraire.

■ ÉCOSYSTÈMES ET PETITE IRRIGATION

En collaboration avec le DSA/CIRAD ont été choisis sept sites représentatifs de plusieurs écosystèmes du TSA. L'utilisation de l'éolienne pour l'irrigation à partir de puits forés constitue une originalité de ce thème. L'importance de ce projet est grande lorsque l'on sait qu'une éolienne peut irriguer jusqu'à 0,5 ha de fruitiers et légumes et qu'il existe dans le TSA environ 20 000 puits forés mal utilisés.

■ ÉCOSYSTÈMES ET DÉGRADATION DES SOLS

À partir des données issues de l'étude des écosystèmes de la région de Petrolina des recherches sont en cours sur les facteurs responsables de la dégradation des horizons supérieurs des sols avec l'appui des laboratoires des SSC Bondy (microscopie électronique) et vont orienter un certain nombre de tests sur le terrain. F. BARRETO R. E SILVA, chef du SNLCS de Recife et J. C. LEPRUN, pédologue ORSTOM, participent à ce thème.

ACTIVITÉS PARTICULIÈRES DE G. FOTIUS ET RÉSULTATS OBTENUS

Dans l'aire du TSA brésilien, les applications immédiates de la recherche botanique ont été faibles dans la mesure où la section de foresterie locale étudie le comportement d'un grand nombre d'espèces exotiques avec leurs différentes variétés et clones mais fort peu la flore lignee autochtone.

Activités concernant la phytothèque

Les collections constituées servent de base de travail, d'une part pour certains élèves de la faculté de Juazeiro (BA), ainsi que pour les botanistes en tournée dans la région, d'autre part pour la mise au point du logiciel SISFITO de gestion de données botaniques (d'herbier principalement) développé à l'occasion du programme SISGEO, système d'informations géographiques large exécuté en commun par l'ORSTOM et l'EMBRAPA à Brasília sous la responsa-

bilité de P. SECHET et G. COCHONNEAU du côté ORSTOM. Ce dernier a pu présenter la version 2.0 du logiciel à l'occasion de la manifestation ECOTECH 92 qui a eu lieu à São Paulo, dans le cadre de ECO 92.

Activités concernant la phytosociologie

En raison de l'utilisation d'une méthodologie inadéquate, les recherches entreprises sur le municipe de Ouricuri (PE) n'ont pas abouti, mais plusieurs missions ont été effectuées à la demande d'autres disciplines (Hydrologie) ou d'organismes (Industrie pétrolière, de développement) dans les États de Pernambuco, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe. Les résultats des travaux effectués dans la région de Juazeiro da Bahia et de Petrolina, devront être repris par les agrostologues. Le secteur forestier, également concerné, doit, pour sa part, élaborer une méthodologie adaptée au milieu pour pouvoir utiliser les informations disponibles. Toutefois, l'application directe de ces recherches est représentée par l'établissement de deux logiciels de traitement d'images satellitaires (TIMOR et TROPICA), et un troisième logiciel (ECOSYS) propre à l'étude des corrélations phyto-édaphiques a été élaboré récemment. Tous ces logiciels ont été créés par l'ORSTOM (J.-F. PARROT et collaborateurs).

La phytosociologie (et l'écologie) des plantes trouve son application dans la sélection des surfaces agricoles et pastorales du fait de la grande sensibilité de la couverture végétale aux variations du bilan hydrique des sols. Si ces derniers sont assez bien connus, les conditions climatiques, extrêmement variables dans le temps et l'espace, le sont beaucoup moins et la composition de la végétation se révèle un atout précieux pour l'estimation de la pluviosité moyenne sur une longue période de temps.

Par ailleurs, deux publications sont en cours d'impression. L'une concerne l'écologie des végétaux (ligneux principalement) de la « caatinga » de la moyenne vallée du Rio São Francisco et les équilibres anthropiques. Elle a fait l'objet d'une version française résumée qui va être publiée dans les actes d'un colloque de phytogéographie qui a eu lieu en juillet 1993 à Paris. La seconde publication porte sur la répartition des pluies et les variations de la fraction correspondant à l'écoulement superficiel sur différents types de sols pour tenter d'expliquer certaines anomalies qui touchent à la reforestation naturelle, à l'apparition aléatoire d'une strate herbacée annuelle, à la « seca verde » (la sécheresse verte) c'est-à-dire le phénomène qui fait que la « caatinga » peut rester verte alors que les cultures traditionnelles de saison des pluies sont détruites par manque d'eau. Mais, dans tous les cas, il s'avère qu'une étude détaillée de la physiologie des plantes, principalement en ce qui concerne la transpiration et l'absorption racinaire, sera nécessaire pour comprendre ces anomalies.

PARTENARIAT ET FORMATION

L'équipe ORSTOM-CPATSA participe de manière active et permanente à la formation de techniciens ou responsables de projets de développement aux divers niveaux de la hiérarchie territoriale par des cours, des conférences, des actions d'expertises, des co-orientations de thèses. Elle assume également la responsabilité des missions de perfectionnement des homologues brésiliens dans des organismes français. Au cours de ces dernières années trois collègues brésiliens du CPATSA et du SNLCS-Recife ont pu bénéficier des structures d'accueil de l'ORSTOM pour des missions de recherche en télédétection et sur les sols (microscopie électronique).

PERSPECTIVES

Le zonage agroécologique se poursuit actuellement par un projet de « **zonage pour le reboisement du TSA** », projet qui a été présenté au cours de l'UNCED/ECO 92 à Fortaleza et dont le CPATSA est l'un des coordinateurs. Utilisant les données du zonage agro-écologique, il a pour but de mettre en place des actions de reforestation à partir d'espèces indigènes avec élaboration d'une carte au 1/2 000 000 et d'une légende matricielle caractérisant le potentiel forestier des segments phyto-édaphiques de 110 des 172 unités géo-ambientales recensées dans le TSA.

Les travaux menés par l'équipe ORSTOM-CPATSA doivent aboutir prochainement à l'élaboration d'une synthèse générale sur l'écosystème « caatinga » (auteurs français principaux G. FOTIUS, J.C. LEPRUN et G. RICHEL). Un nouveau projet ORSTOM-EMBRAPA intitulé « **Restauration environnementale et potentiel phyto-édaphique : une base pour l'éco-développement opérationnel de la région semi-aride du Brésil** » qui satisfait à la fois les besoins de la synthèse et les nécessités de la coopération vient d'être proposé. Il permettra de combler, en partie, les lacunes des données existantes, en particulier en ce qui concerne les valeurs de phytomasse potentielle des divers segments phyto-édaphiques recensés dans les différents écosystèmes.

CONCLUSIONS : RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Réalisation du zonage agro-écologique douze années après son démarrage

Grâce à la **jonction spontanée des efforts de trois équipes pluridisciplinaires d'institutions différentes brésiliennes et françaises**, travaillant sans accords formels, mais attirées par les possibilités de leur complémentarité, la réalisation du zonage agro-écologique qui était au départ, en 1980, l'objectif du projet ORSTOM/EMBRAPA mené au CPATSA, par des équipes pluridisciplinaires imposées et qui n'avait alors pas pu être convenablement développé, se trouve enfin réalisé. L'apport de l'expérience de l'équipe des pédologues du SNLCS/EMBRAPA de Recife, du savoir-faire de l'équipe du DSA/CIRAD dans le domaine des études socio-économiques et du développement rural et des outils informatiques originaux conçus par différents chercheurs de l'ORSTOM et en particulier par J.-F. PARROT (en collaboration avec H. CHEVILLOTE) durant plusieurs séjours à Petrolina, **a été déterminant**. Il a permis à l'équipe ORSTOM/EMBRAPA du CPATSA de terminer, douze ans après sa conception, **l'important travail du zonage agro-écologique du Nord-Est** dont le retentissement national est grand et qui constitue déjà la base indispensable de la planification de la politique agricole et la viabilisation du développement de toute la région.

Ainsi, l'antenne du SNLCS/EMBRAPA à Recife a commencé la réalisation du zonage agro-écologique de l'État du Pernambuco au 1/100.000 et d'autres États du Nordeste ont déjà manifesté leur intention de faire de même.

La sortie du zonage a fait l'objet d'une cérémonie officielle au CPATSA en présence, fait rare, du président de la République le 15 janvier 1991. Le tirage du document est prévu en 5 000 exemplaires.

L'orientation naturaliste de l'équipe ORSTOM du CPATSA

L'antenne ORSTOM-CPATSA de Petrolina, constituée de deux chercheurs permanents et de

quelques missionnaires, mais en étroite collaboration avec d'autres chercheurs brésiliens et français, s'est spécialisée dans l'étude du milieu naturel de la région semi-aride brésilienne. Elle s'efforce de **suivre une orientation naturaliste et pragmatique de manière à rendre ses travaux utilisables par les décideurs**, tout en montrant que la recherche méthodologique sur la spatialisation des données de l'environnement constitue un des outils indispensables en vue de la planification de l'occupation et de l'exploitation rationnelles de l'espace rural.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

RICHÉ, G.; MANTOVANI, L.E. 1984. Zoneamento ao nível de município no estado de Sergipe. EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, PE. Texte, 28 p., 8 cartes, légendes matricielles, annexes.

Le zonage appliqué au niveau de quatre municipalités de l'État de Sergipe.

RICHÉ, G.; MANTOVANI, L.E. 1986. O enfoque geambiental e suas aplicações no TSA : o exemplo de Ouricuri. EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, PE. Texte, 44 p., 14 cartes, légendes matricielles, annexes.

Le zonage appliqué au niveau régional.

RICHÉ, G.; MANTOVANI, L.E. 1987. O enfoque geoambiental e suas aplicações no TSA : o exemplo do Brejo Paraibano. EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, PE. Texto, 57 p., 25 mapas, legendas matriciais.

Le zonage appliqué au niveau de la micro-région.

FOTIUS, G.; SA, I.B. 1988. Prospeção botânica em área de exploração petrolífera no município de Pendências-RN. EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 47, 12 p.

Répertoire des groupements végétaux existant sur les principaux substrats géologiques rencontrés dans une aire de prospection pétrolière à faible profondeur.

RODRIGUES E SILVA, F.B.; RICHÉ, G. 1989. Conséquences de l'ultradessication sur les processus de dégradation des sols dans la région semi-aride du Brésil (en portugais). XXII Congr. Bras. Ciências do Solo, Recife (PE), Resumos, 230, p. 233.

Les processus de dégradation des sols podzoliques dans les conditions de climat semi-aride et de végétation naturelle de « caatinga » s'accompagnent d'une forte acidification des horizons supérieurs et d'une compaction subsuperficielle importante.

RICHÉ, G.; TONNEAU, J.-F.. 1989. Stratification du milieu : l'exemple de Ouricuri. Cahiers de la Recherche-Développement, n° 24, Paris.

Définit les critères d'intervention en milieu rural à partir des conditions de l'environnement définies par l'identification des écosystèmes locaux.

FOTIUS, G. et al. 1990. SISFITO : um sistema de administração de herbário. XII Congresso Nacional de Botânica, Fortaleza, RN.

Présentation d'un panneau traitant du fonctionnement du logiciel SISFITO dans la gestion des herbiers.

RICHÉ, G.; TONNEAU, J.-P. 1992. Implantação de pequena irrigação com águas de poços tubulares bombeada por catavento no TSA, área teste de Lagoas, município de Petrolina (PE), sér. Doc., n° 74, fev./92, EMBRAPA/CPATSA.

Utilisation des eaux souterraines salées pour l'irrigation avec éolienne.

TONNEAU, J.-P.; RICHE, G.; VIERA, V.J.S. 1992. Massaroca : uma experiência de planejamento comunitário. EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, PE. Texte, 50 p., cartes, tableaux.
Le zonage : outil de planification au niveau de la communauté.

FOTIUS, G.; RICHE, G. 1992. Aspectos ecológicos das caatingas do vale do Médio São Francisco. Região de Petrolina/PE e Juazeiro/BA. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, 1 carte, rapport 30 p. annexes.
Caractérisation des écosystèmes observés dans la région du cours moyen du fleuve São Francisco par l'étude du couple sol-végétation.

RICHE, G.; FOTIUS, G. 1992. Estudo do regime pluviométrico em área de caatinga no médio vale do Rio São Francisco. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, 10 p., 4 tableaux.
Montre l'irrégularité de la distribution micro-spatiale des pluies et la faible sensibilité des sols à l'érosion dans les conditions de végétation naturelle.

RICHE, G.; GUIMARAES, C.; FOTIUS, G. 1993. Zoneamento do sistema Caatinga-Capim buffle-Leucena (CBL) para a região semi-árida do Nordeste brasileiro, texto, carte 1/2 000 000.
Zonage du potentiel de l'association « végétation naturelle Cenchrus ciliaris- Leucaena glauca » pour l'implantation de pâturages productifs dans la région semi-aride du Brésil.

EMBRAPA/CPATSA - ORSTOM/CIRAD. 1993. Zoneamento agroecológico do Nordeste. Rapport, légende matricielle 282 p., 1 carte 1/2 000 000.
Notice explicative du zonage agroécologique du Nordeste. Document provisoire. Divise le Nordeste du Brésil en vingt grandes unités de paysage et 172 unités « géoambientales ».

PARROT, J.-F.; FOTIUS, G.; RICHE, G.; MANTOVANI, L.E. Analyse numérique des unités phyto-édaphiques en tant qu'ensembles hétérogènes: application à l'étude du couple sol-végétation dans le Municip de Juazeiro da Bahia (Brésil). (En anglais, à paraître dans *Remote Sensing*).
Application du logiciel ECOSYS pour la discrimination des plantes caractéristiques des divers types de sols dans une région du tropique semi-aride brésilien.

RICHE, G.; SA, I.B.; FOTIUS, G.; PARROT, J.-F.. Statistical relationships between soils and plants, a guide for a rapid survey in management monitoring : exemple of the municipe of Juazeiro da Bahia (Brazil), (à paraître dans *Remote Sensing*).
Identification et fréquence des plantes associées aux vertisols dans une région du tropique semi-aride brésilien.

FOTIUS, G.; PARROT, J.-F.; RICHE, G.; TAUD, H. Suivi de la production dans des régions agricoles utilisant l'arrosage à partir d'un pivot central. Extraction automatique des zones circulaires. Application au secteur occidental du municipe de Petrolina, PE, Brésil (à paraître).

Documents en application du zonage agro-écologique réalisés à la demande

- des gouvernements des États pour l'élaboration de propositions de développement agro-pastoral dans les régions définies comme prioritaires;
- de la Banque du Brésil pour l'orientation de l'application du Crédit rural;
- des mairies pour l'élaboration de leur plan directeur de développement;
- des secrétariats d'Agriculture des États.

RICHE, G.; ALBUQUERQUE, J.A.S. 1984. Parecer e sugestões sobre o projeto executivo do plano de colonização com irrigação na Fazenda Cucabá, município de Canindé do São Francisco (SE). Rapport, 46 p., 2 cartes, annexes.

A la demande du gouverneur de l'État de Sergipe pour l'implantation du Projet d'irrigation « Nova California » de 5 000 ha, aujourd'hui en pleine activité.

RICHÉ, G.; FOTIUS, G. 1992. Zoneamento geoambiental do município de Juazeiro da Bahia, BA, Brasil. Texte et carte 1:100.000.

Zonage agroécologique du munícipe de Juazeiro/Ba fait à la demande de la mairie de Juazeiro da Bahia.

RICHÉ, G.; FOTIUS, G.; PORTO, E. 1993. Zoneamento geoambiental do município de Petrolina, PE, Brasil.

Zonage agro-écologique du munícipe de Petrolina fait à la demande de la mairie de Petrolina.

RICHÉ, G.; FOTIUS, G.; PORTO, E. 1993. Zoneamento da densidade ocupacional do município de Petrolina, PE, Brasil. Texte et carte 1/100 000.

Zonage de la densité du porcellaire du munícipe de Petrolina fait à la demande de la mairie de Petrolina.

RICHÉ, G.; FOTIUS, G.; PORTO, E. 1993. Zoneamento ambiental para implantação de pastagens de Capim Buffle no município de Petrolina, PE, Brasil. Texte et carte 1:100.000.

Zonage du munícipe pour la détermination des aires d'implantation de pâturages artificiels, fait à la demande de la mairie de Petrolina.

RICHÉ, G.; FOTIUS, G.; PORTO, E. 1993. Zoneamento das áreas prioritárias para financiamento da implantação de pastagens de Capim Buffle no município de Petrolina, PE, Brasil.

Zonage des aires prioritaires pour le financement de l'implantation de pâturages artificiels dans le munícipe. Fait à la demande de la Mairie de Petrolina.

Logiciels développés en commun avec l'ORSTOM et d'autres institutions

ECOSYS : logiciel de traitement de données phyto-édaphiques. (ORSTOM, PARROT J.-F.).

TIMOR : logiciel de traitement d'image satellitaire sur micro-ordinateur. (ORSTOM, PARROT J.-F. & CHEVILLOTE H.).

TROPICA : logiciel de traitement d'image satellitaire sur micro-ordinateur. (ORSTOM, PARROT J.-F. & CHEVILLOTE H.).

SISFITO : logiciel de banque de données phytosociologiques. (ORSTOM, DIN-DDS/CPATSA-EMBRAPA).

ANTHROPOLOGIE

PROJETS ORSTOM/CNPq

L'HOMME EN AMAZONIE ET ÉTUDES DES MODIFICATIONS ÉCOLOGIQUES LIÉES À L'AMÉNAGEMENT AGRO-SYLVICOLE DE LA FORÊT

Localisation

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém,
Pará de 1983 à 1985 pour le projet « L'homme en Amazonie »,
de 1983 à 1988 à l'Institut National de Recherches en Amazonie (INPA)
pour le projet pluridisciplinaire « Études des modifications écologiques
liées à l'aménagement agro-sylvicole de la forêt »

Chercheurs français

Pierre GRENAND (ORSTOM) et Françoise GRENAND (CNRS)

Partenaires brésiliens responsables

Adélia OLIVEIRA et Lourdes FURTADO (MPEG); Aline de CASTRO (INPA)

Durée du projet

1983-1988

HISTORIQUE DU PROJET

Cet historique est exposé plus en détail dans le dossier traitant du projet pluridisciplinaire d'écologie « **Études des variations écologiques liées à l'aménagement agrosylvicole de la forêt** » développé avec l'INPA de Manaus et du projet de géographie « **Expansion de la frontière agricole en Amazonie, occupation de l'espace et évolution de la structure agraire** » réalisé avec le Musée Goeldi de Belém.

Pierre et Françoise GRENAND ont collaboré entre 1983 et 1988 à trois projets localisés en Amazonie. L'un, spécifiquement brésilien « **O homem na Amazônia** » (L'homme en

Amazonie) et plus anthropologique, a été réalisé au Musée Goeldi à Belém et avait pour responsables Adélia OLIVEIRA et Lourdes FURTADO. Le second, franco-brésilien et écologique traitant des modifications de la forêt s'est déroulé à l'INPA de Manaus et a eu comme responsable brésilien Aline de CASTRO puis João FERRAZ. Enfin, un troisième projet a été réalisé avec l'INPA et l'Institut Max Planck, entre 1985 et 1988, grâce à un financement CEE, s'intitule « **Conditions écologiques et économiques de la production d'un île de várzea : l'île du Careiro** » et a eu comme responsables français Jean Louis GUILLAUMET et Bernard de MÉRONA.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES AU SEIN DES PROJETS

L'homme de la forêt et son adaptation au développement

Dans tous les programmes, l'intérêt s'est porté sur l'adaptation de l'homme originaire du Bassin Amazonien à son milieu ainsi qu'à son intégration dans le développement de cette région. Les études touchant aux phénomènes identitaires, à l'importance des langues véhiculaires et à l'histoire du peuplement ont été particulièrement privilégiées.

PARTENARIAT ET FORMATION

Tous les programmes ont été réalisés au sein d'équipes brésiennes, françaises et internationales et étroitement insérées, tant à Belém qu'à Manaus, dans les institutions nationales de recherche hôtes.

Un cours de 150 heures « **Initiation à l'anthropologie** » au niveau de la maîtrise a été dispensé par F. GRENAND en 1986-1987 à l'Université d'Amazonas (Faculté d'Éducation) de Manaus. Un cours de 105 heures intitulé « **Ethnoscience et écologie humaine en Amazonie** » a été donné à la même université et à l'INPA au niveau mestrado par P. GRENAND.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Les principaux résultats obtenus et leur valorisation figurent dans le dossier complet traitant du projet **Études des modifications écologiques liées à l'aménagement agro-sylvicole de la forêt** mené à l'INPA de Manaus. Les principales publications qui suivent, rangées dans les diverses disciplines impliquées, permettent de se faire une juste idée de l'importance de l'apport de l'ethnologie, de l'anthropologie et de la sociolinguistique à la compréhension des systèmes agricoles et des écosystèmes amazoniens.

Systèmes agricoles; écosystèmes; environnement et développement

GRENAND, P. 1987. Les systèmes agricoles traditionnels en Amazonie. In : « Connaissance du milieu amazonien ». Actes du séminaire des 15-16 oct. 1985, sér. Colloques et Séminaires : 131-136, ORSTOM, Paris.

Le bassin amazonien est l'une des régions du monde où se rencontre encore couramment pratiqué un système agricole traditionnel, l'agriculture sur brûlis. Il a paru important d'examiner sa place actuelle dans le contexte du développement. Après un constat de cette situation diverses suggestions d'orientation du développement agricole vers la petite et moyenne exploitation sur les meilleurs sols, soit sur le 1/5ème seulement de l'Amazonie, sont proposées.

GRENAND, P.; GRENAND, F. 1987. La côte d'Amapá, de la bouche de l'Amazone à la baie d'Oyapock, à travers la tradition orale palikur. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, [série Antropologia] vol. 3-1 : 1-78, Belém, Pará.

GUILLAUMET, J.L.; GRENAND, P.; BAHRI, S.; LOURD, M.; GRENAND, F.; GELY, A. 1990. Les jardins-vergers familiaux d'Amazonie centrale : un exemple d'utilisation de l'espace. *Turrialba*, 40, n° 1 : 63-81. 11 figures, Costa Rica.

GRENAND, F.; GRENAND, P. 1990. L'identité insaisissable : Les Caboclos amazoniens. États et sociétés nomades. *Études rurales*, n° 120 : 17-39, Paris.

Cette approche, fondée sur une expérience de terrain de cinq années, traite sur un mode critique l'émergence de l'identité caboclo, élément incontournable de l'Amazonie brésilienne contemporaine et sort du champ classique de l'observation ethnographique pour se tourner vers un examen de la littérature brésilienne considérée comme source de documentation. Après avoir dégagé la signification du fait caboclo dans le discours des autres et fait l'analyse à la fois historique, sémantique et écologique, il est montré que l'adaptation postulée des Caboclos à leur environnement amazonien ne vaut que si l'on se réfère au Brésilien moyen et non si on la compare à ce à quoi elle prétend se mesurer, la réelle adaptation des Amérindiens.

BAHRI, S.; GRENAND, F.; GRENAND, P.; GUILLAUMET, J.L.; LOURD, M. 1991. La várzea est-elle un don de l'Amazone? Les techniques traditionnelles de mise en valeur de la várzea face à la modernité. In : *Sahel, Nordeste, Amazonie : politiques d'aménagements en milieux fragiles*. UNESCO-L'Harmattan : 105-144, Paris.

GRENAND, P.; GRENAND, F. 1991. Les médecines d'Amazonie. Les médecines améri-diennes. Encyclopédie des médecines naturelles, tome phytothérapie, aromathérapie, Paris, A-9-2 : 1-12, plus 1 carte.

GRENAND, P. 1992. The Use and Cultural Significance of the Secondary Forest Among the Wayapi Indians. Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest products. In : *Conservation International, M. Plotkin and L. Famolare eds, Island Press, Washington DC : 27-40.*

GRENAND, Fr. (sous presse). Bitter Manioc in the Lowlands of Tropical America : from Myth to Commercialization. Food and Nutrition in the Tropical Forest : Biocultural Interactions and Applications to development. International Symposium acts, UNESCO, Paris. (à paraître en février 1993).

MILLER, R.P.; WANDELI, E.V.; GRENAND, P. (à paraître). Conhecimento e utilização do Rio Camanau, Amazonas. 37º Congresso Nacional de Botânica, janvier 1989, Sociedade de Botânica do Brasil, Goiânia, 11 p.

Transfert et vulgarisation (question amérindienne incluse)

GRENAND, P.; GRENAND F. 1983. Povos indígenas no Brasil : 3, Amapá/Norte do Pará, CEDI, São Paulo, 269 p. (Contribution de 40 pages refondues dans l'ouvrage collectif).

Méthodologie, déontologie et réflexion

BAMONTE, G.; GRENAND, P.; LESCURE, J.P.; LIZOT, J.; SPONSEL, L.E. 1983. On reductionism in Cultural ecology : The Amazon case. *Current Anthropology*, Chicago, vol. XXIV : 115-118.

Lexicographie et syntaxe

GRENAND, F.; HENRIQUE FERREIRA, E. 1989. Pequeno Dicionário da Língua Geral.. Série Amazonas : cultura regional, 6, SEDUC, Manaus, 278 p.

Critiques d'ouvrages

GRENAND, F. 1992. Dietrich, Wolf : More Evidence for an Internal Classification of Tupi-Guarani Language. Berlin, Gebr.Mann Verlag. 1990, 135 p. In : *Anthropos*, 87, 1/3 : 259-260.

GRENAND, P. 1992. Mégaprojets et Amérindiens en Amazonie Brésilienne. Recherches Américaines au Québec. Numéro thématique, vol. XX, n° 2, été 1990, Montréal, 112 p., In : *Recompositions sociales en Amérique latine, première partie, Cahiers des Sciences Humaines*, vol. XXVII; n° 3, éditions de l'ORSTOM, 1992 : 559-561.

ANTHROPOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

ANTHROPOLOGIE DE LA SANTÉ ET DE LA MALADIE CHEZ LES INDIENS TUKANO ORIENTAUX DE LA RÉGION DU HAUT RIO NEGRO, ÉTAT D'AMAZONAS (BRÉSIL)

Localisation

Département des Sciences humaines du musée Paraense Emílio Goeldi (MPEG) à Belém, Pará, durant quatre ans puis au Centre (Núcleo) de recherches d'ethnologiques comparées (NUPEC) de l'université de Brasília (UnB).

Chercheuse ORSTOM

Dominique BUCHILLET.

Responsable brésilienne du projet

Dra. Alcida R. RAMOS, professeur, UnB

Durée du projet

de février 1984 à décembre 1987 au MPEG, depuis cette date à l'UnB

HISTORIQUE DU PROJET

Le programme développé au Brésil dans le cadre de l'accord international de coopération scientifique ORSTOM/CNPq prolonge des recherches sur le chamanisme entreprises en 1980-1991 (dans le cadre du doctorat de 3^e cycle en ethnologie) par D. BUCHILLET parmi les Indiens Tukano orientaux du haut Rio Negro et qui avaient été financées par une allocation de la DGRST. D. BUCHILLET, anthropologue du département « santé » de l'ORSTOM, avait ainsi élaboré en 1983 un projet de recherche en anthropologie de la maladie chez les Indiens Tukano orientaux de cette région. Bien que l'anthropologie de la maladie soit, à cette époque, un champ de recherche encore pratiquement inexistant au Brésil - les représentations et les pratiques traditionnelles relatives à la maladie étant encore intégrées dans des analyses plus globales de la pensée traditionnelle, des systèmes religieux, magiques ou rituels mais non étudiées comme objet autonome - ce type de recherche semblait indispensable face à la situation sanitaire drastique de nombreux groupes indigènes, conséquence de leur contact avec différents agents de la société nationale. Une telle situation sanitaire imposait, en effet, des études sur les médecines traditionnelles et sur les modalités de leur relation avec le système de santé officiel. Ce projet de recherche avait été soumis à l'ancien directeur du Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) de Belém-Pará, M. José Seixas LOURENÇO, qui s'en était montré très intéressé dans la mesure où

il partageait les préoccupations d'un anthropologue de cette institution scientifique, Antônio Maria de SOUZA SANTOS, qui, depuis 1976, avait commencé des recherches sur le contact interethnique dans cette région et s'intéressait également à l'anthropologie de la maladie.

Les démarches avec le CNPq avaient été établies au cours de l'année 1983 et D. BUCHILLET fut affectée au Département des sciences humaines du MPEG en février 1984 avec, comme coordinateur brésilien du projet auprès du CNPq, A.M. de SOUZA SANTOS. Le programme de recherche, développé dans cette institution scientifique pendant quatre ans, a travaillé sur trois fronts simultanément. Ces trois fronts correspondaient aux trois sous-projets suivants :

- **étude des représentations et des pratiques traditionnelles relatives à la maladie parmi les Indiens Tukano** orientaux des fleuves Uaupès, Tiquié et Papuri (Chercheuse : D. BUCHILLET);
- **étude de la perception et de l'utilisation de la médecine occidentale par les Indiens Tukano orientaux** résidant de manière temporaire ou définitive à São Gabriel da Cachoeira, capitale du haut Rio Negro. Il s'agissait notamment d'étudier comment la condition de citadins et la conséquente facilité d'accès aux structures de soins de la médecine occidentale pouvaient affecter les représentations et les pratiques traditionnelles liées à la maladie (Chercheur : A. M. de SOUZA SANTOS);
- **évaluation de la posture de l'équipe médicale vis-à-vis des Indiens Tukano** résidant de manière temporaire dans la « Casa do Índio » (la maison de l'Indien) de Manaus (Chercheuse : M.G. de MENEZES BASTOS, médecin et bolsiste du CNPq dont D. BUCHILLET assumait l'orientation scientifique).

À la suite d'une invitation de la coordinatrice du NUPEC, Alcida R. RAMOS, le sous-projet de D. BUCHILLET fut transféré fin décembre 1987 à l'université de Brasília. Une perspective plus finalisée de la recherche ainsi que la nécessité de la continuer sur une base comparative, ce qui était impossible au MPEG en raison de l'éloignement progressif des chercheurs pour des raisons de doctorat, avait poussé D. BUCHILLET à accepter cette invitation. Ce projet de recherche fait ainsi partie, depuis janvier 1988 d'un projet plus global du NUPEC intitulé **Contact interethnique, transformations sociales et développement économique dans la région nord de l'Amazonie** et coordonné par Bruce ALBERT, anthropologue de l'ORSTOM (Département MAA) et Alcida R. RAMOS (UnB/NUPEC). Ce projet global vise à étudier, dans une perspective comparative, les différents aspects du changement social (culturel, démographique-sanitaire, techno-économique) induit au sein de plusieurs sociétés autochtones du Nord amazonien (différents sous-groupes Yanomami, Makuxi, Wapishana et Tukano orientaux des États de Roraima et d'Amazonas) par les projets de développement et les fronts pionniers spontanés qui les accompagnent. Il comprend six chercheurs : outre Bruce ALBERT, Alcida R. RAMOS (populations Yanomami) et D. BUCHILLET (Indiens Tukano orientaux), le projet développé au sein du NUPEC compte également sur la participation de Marcos LAZARIN de l'université de Goiás (UFG/Indiens Yanomami), de Nadia FARAGE de l'université de Campinas (UNICAMP/Indiens Wapishana) et de Paulo SANTILLI (UNESP/Indiens Makuxi).

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

Au moment où « **la santé pour tous en l'an 2000** » constitue l'objectif majeur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il revient à la communauté anthropologique de progresser dans la connaissance des médecines traditionnelles et de formuler des propositions visant à une meilleure application de la médecine occidentale dans les sociétés dites traditionnelles.

Aborder les problèmes de la maladie dans une perspective anthropologique oblige à repenser un certain nombre de concepts, lesquels, édifiés à l'aune de la médecine occidentale au moment de sa constitution comme discipline scientifique, recouvrent, dans les sociétés dites traditionnelles, des réalités différentes, par exemple les concepts de « maladie », « catégorie de causalité », « alternatives et itinéraires thérapeutiques » ou « efficacité thérapeutique », etc. De nombreuses études ont montré que, dans les sociétés non occidentales, l'apparition d'une maladie de même que l'avènement d'un malheur (qui ne constituent pas des catégories différenciées dans la conception traditionnelle) s'inscrivent dans un dispositif d'explication qui renvoie à l'ensemble des représentations de l'homme, de ses activités en société et de son environnement naturel. Les médecines traditionnelles répondent à d'autres finalités que la simple résolution d'épisodes de maladie. Elles sont avant tout, ainsi que le dit A. ZEMPLÉN, « *un art des usages sociaux de la maladie* ».

C'est dans une telle perspective qu'est développé le projet « **Anthropologie de la santé et maladie chez les Indiens Tukano orientaux du haut Rio Negro (État d'Amazonas)** ».

Ce programme de recherche a recours à une diversité de techniques de travail (longs séjours sur le terrain, enquêtes qualitatives, interviews semi-directifs, histoires de vie, observation de cures chamaniques, recueil de mythes et incantations, etc.) visant à mettre à jour les conceptions du corps et de son fonctionnement, les principes de classification des maladies (types de causalité, classification des symptômes), les pratiques prophylactiques (hygiène de vie en général, restrictions et prohibitions alimentaires) et thérapeutiques (cure chamanique, médecine familiale, herbalisme, itinéraires thérapeutiques suivis par le malade, etc.).

Ces données sont recueillies avec plusieurs groupes d'informateurs, profanes et spécialistes (malade, famille, communauté et les différents spécialistes chargés des fonctions de prévention et de cure des maladies dans la société Tukano) pour reconstruire ce que FABREGA dénomme « système local de santé ».

OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Le programme de recherche développé au Brésil depuis 1984 a ainsi deux objectifs complémentaires qui correspondent, de fait, à deux phases de la recherche et ont donné lieu fin 1987 au changement de structure d'accueil précité :

- **étude des représentations et des pratiques relatives à la maladie des Indiens Tukano orientaux** de la région du haut Rio Negro, au Brésil.
- **étude de l'impact du contact sur les médecines traditionnelles.** En effet, la dégradation croissante de la situation sanitaire des indiens de cette région, comme conséquence de l'intensification et de la complexification des formes de contact avec différents segments de la société nationale (orpailleurs, entreprises minières, missionnaires, militaires), impose l'augmentation et l'amélioration des structures d'assistance médico-sanitaire dans cette région. Il est donc nécessaire, dans un tel contexte, d'analyser les modalités de relation entre « système de santé » indigène et occidental, une relation qui conditionne l'efficacité pratique et la non-agressivité culturelle des schèmes d'assistance sanitaire destinés aux populations indigènes. La recherche a donc pour seconds objectifs : 1) l'étude des représentations indigènes des maladies introduites par les blancs (tuberculose, malaria, grippe, rougeole, variole, dysenterie etc.); 2) l'analyse de la perception et de l'utilisation de la médecine occidentale par la population indigène; 3) l'analyse des influences de la poli-

tique sanitaire régionale (Fondation nationale pour l'Indien/ FUNAI, missions religieuses, FUNABEM, Projet Calha Norte, etc.) sur la société indigène et, en particulier, sur le « système de santé » traditionnel.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Au musée E. Goeldi de Belém (de février 1984 à décembre 1987) ont pu être recueillies des données sur les points suivants qui correspondent, en gros, à la première partie du programme : représentations traditionnelles relatives à la maladie et à son traitement; catégories nosologiques et étiologiques; pratiques prophylactiques et thérapeutiques; principes qui régissent le traitement; catégories, formation, statut, fonction et attributs des thérapeutes traditionnels; rôle, caractéristiques et fonctionnement de la parole chamanique dans les rituels thérapeutiques; relations structurelles entre mythes, maladies et incantations; prohibitions et restrictions alimentaires; pratiques prophylactiques; nature et fonction des plantes dans la cure chamanique etc. Par ailleurs, l'inventaire des organes d'assistance médico-sanitaire dans la région a été réalisé. Ce matériel a été élaboré - et est en cours d'élaboration - dans différents articles et dans un ouvrage sur le chamanisme.

La seconde partie du programme de recherche, qui porte plus particulièrement sur la question de l'impact du contact sur les médecines traditionnelles et sur celle de l'articulation médecines traditionnelles/occidentale, a débuté en janvier 1988 à l'université de Brasília. Toutefois, les interdictions de recherche en zone indigène (de 1988 à 1990), qui ont frappé la majorité des anthropologues travaillant dans la région du Nord amazonien en raison de l'implantation d'un projet militaire et de développement économique (le projet Calha Norte), ont retardé la collecte des données sur les points cités plus haut, la recherche de terrain ayant pu seulement être effectuée à partir de 1991. Les années 1988-1990 ont ainsi été consacrées à l'analyse et à l'exploitation des données ethnographiques recueillies au cours des années précédentes dans divers articles scientifiques; à la co-organisation et coordination fin 1989 (avec deux chercheurs du musée Goeldi dont l'un A.M. de SOUZA SANTOS) d'une réunion internationale sur les médecines traditionnelles, les systèmes officiels de santé et la politique sanitaire en Amazonie; à l'orientation scientifique d'un médecin; à l'approfondissement de la connaissance sur les politiques de développement en Amazonie et, en particulier, sur l'impact des grands projets de développement sur les populations indigènes...

AUTRES MANIFESTATIONS ET ACTIVITÉS

Communications à des colloques :

- Congrès international des américanistes en 1985 (Bogota) et 1988 (Amsterdam).
- Colloque international sur les médecines traditionnelles et la politique sanitaire en Amazonie, Belém, 1989.

Organisation et coordination de réunion :

1989 - Co-organisation et coordination avec A.M. de SOUZA et A.E. de OLIVEIRA (MPEG/DCH) du colloque international Encontro de Medicinas Tradicionais e Política de Saúde na Amazônia, Belém (Pará) 27 novembre-1^{er} décembre.

Organisation d'une exposition :

1987 - Participation à l'élaboration de l'exposition permanente du musée Goeldi **Amazônia : o homem e o meio ambiente** à l'occasion de ses 120 ans d'existence (prêt de matériel photographique; lecture critique des textes de présentation de l'exposition etc.

Travaux d'expertise anthropologique :

1989 - Consultant *ad hoc* du musée Goeldi.

1989 - Consultant *ad hoc* du CNPq : évaluation de deux projets d'anthropologie de la maladie proposés au CNPq en vue de leur financement.

1990 - « Referée » du conseil éditorial du musée Goeldi.

1990 - « Referée » du conseil éditorial de l'université de Brasília.

1990 - Rédaction d'un rapport d'expertise anthropologique de 82 p. à la demande de la Procuradoria Geral da República, ministère public fédéral.

1991 - « Referée » du conseil éditorial du musée Goeldi.

1992 - Assistante technique auprès du Ministère Public brésilien dans la mission d'expertise anthropologique dans le haut Rio Negro réalisée dans le cadre de l'action judiciaire menée par cette institution en vue de la démarcation du haut Rio Negro.

Exposés et séminaires :

Au musée Goeldi, à l'USP, à l'UnB, au Núcleo de Direitos Indígenas/INDI de Brasília et à l'université d'Amazonas (Manaus).

PARTENARIAT ET FORMATION THÈSES ET MAÎTRISES ORIENTÉES

■ Deux thèses de doctorat et une de maîtrise ont été orientées (université de São Paulo et université de Paris X - Nanterre). Divers travaux d'assessorat anthropologique ont été réalisés au cours de ces dernières années :

■ depuis 1991, D. BUCHILLET accomplit un travail d'assessorat anthropologique d'un projet de formation de promoteurs de santé indigènes dans le haut Rio Negro intitulé « Projeto Rede autônoma de Saúde Indígena (RASI) » (projet réseau autonome de santé indigène) réalisé par le Núcleo de Estudos em Saúde Pública (NESP) de l'université d'Amazonas (Manaus). Ce projet, élaboré au cours de l'année 1990, vise principalement à former des Indiens du haut Rio Negro comme agents de santé. En 1990 participation à une réunion d'élaboration de ce projet et différentes réunions d'évaluation du travail ont été réalisées avec les membres du projet;

■ sur l'indication de la présidence de l'Association brésilienne d'anthropologie (ABA) D. BUCHILLET est, depuis novembre 1989, consultant permanent auprès du ministère public fédéral sur la question indigène dans le haut Rio Negro. Transmission de la connaissance ethnographique de cette région de manière à fournir des éléments d'ordre ethnographique, historique et/ou relatifs à la situation foncière qui puissent appuyer une action en justice visant la délimitation d'un territoire unique pour les Indiens de cette région. Un rapport d'expertise anthropologique de 82 p. portant sur l'histoire de la colonisation, l'ethnographie des groupes indigènes et la situation foncière dans cette région a été rédigé et a servi de base à l'action judiciaire de cette institution;

■ par ailleurs, bien que d'une manière plus irrégulière et informelle, est réalisé un travail d'assessorat anthropologique auprès d'organismes et/ou institutions scientifiques ou indi-

génistes non gouvernementaux, brésiliens ou internationaux (Centro Ecumênico de Documentação e Informação de São Paulo (CEDI/SP), Núcleo de Direitos Indígenas de Brasília, Fundação nacional do Índio, « Groupe d'information sur les Amérindiens » de la Société des américanistes de Paris, Survival International etc.). Rédaction de différents rapports techniques (dont certains ont été publiés) sur la région du haut Rio Negro, l'impact des projets de développement sur les Indiens, la politique indigéniste au Brésil, etc.

TÂCHES D'ANIMATION SCIENTIFIQUE

1984/1987 : Encadrement scientifique d'un médecin, boursier du CNPq et stagiaire du musée Goeldi.

1988/1990 : Encadrement scientifique d'un médecin, boursier du CNPq, qui a réalisé sous l'orientation de la chercheuse française un programme de recensement et d'évaluation des projets d'assistance médico-sanitaire en territoire indigène.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AU BRÉSIL

A l'intérieur des projets ORSTOM/CNPq, les travaux de coopération ont surtout consisté en discussions conjointes des questions traitées par les différents sous-projets et en la lecture critique des articles respectifs.

L'organisation (et la coordination conjointe avec deux chercheurs du musée Goeldi de Belém), fin 1989, d'un colloque international sur les médecines traditionnelles a été importante principalement pour deux raisons :

- en premier lieu, parce qu'elle couronne - et sanctionne - quatre ans de coopération au Musée Goeldi;
- en second lieu, pour son caractère inédit. C'était en effet la première fois qu'un colloque visant à discuter de l'importance des médecines traditionnelles, de leur articulation avec le système de santé officiel, de la politique sanitaire en Amazonie ainsi que de la recherche récente en ethnobotanique et en pharmacologie était organisé au Brésil. En somme, il s'agissait de faire le point sur ces différentes questions.

Ce colloque a permis de prendre contact avec plusieurs chercheurs étrangers travaillant auprès de populations indigènes (Colombie et Venezuela), de jeter les bases d'un nouveau champ de recherche (l'anthropologie de la maladie) au Brésil et d'établir des mécanismes et réseaux d'échange d'informations entre les institutions scientifiques brésiliennes ou étrangères qui développent des recherches sur ces différentes questions. Sous ces deux derniers aspects, les actes du colloque dont l'organisation et la publication ont été assurées par la chercheuse française, sont essentiels puisque, en plus de réunir les contributions scientifiques des participants de ce colloque, ils pourront être utilisés dans la formation d'anthropologues et/ou de médecins appelés à travailler parmi les populations indigènes dans la mesure où ils offrent des instruments d'ordre conceptuel et pratique à de telles entreprises.

En dehors des projets développés en coopération, de solides relations avec différents cher-

cheurs d'institutions et organismes de recherche brésiliens (université de São Paulo; FIOCRUZ; Núcleo de Estudos em Saúde Pública de Manaus; université de Campinas etc.) ont été tissées. Ces relations prennent essentiellement la forme de lecture critique d'articles, de projets et rapports de terrain, d'envoi de bibliographies, d'orientation informelle, etc.

En outre, comme l'on peut le voir dans tout ce qui précède, la réalisation de divers travaux d'expertise et/ou d'assessorat anthropologique auprès d'organismes et institutions brésiliens scientifiques ou indigénistes, gouvernementaux ou non gouvernementaux, a mis à profit la spécialité de recherche et la connaissance ethnographique de la région du haut Rio Negro de la chercheuse française du projet.

Enfin, la recherche développée au Brésil prétend, à travers l'étude d'un système de santé particulier, offrir une contribution académique originale à l'anthropologie de la maladie et participer, de cette manière, à la réflexion plus générale sur cette dernière et sur ses applications. A travers l'analyse de l'impact du contact sur les médecines traditionnelles elle cherche, en outre, à rendre compte du caractère créateur, dynamique et adaptatif de celles-ci, dans une tentative, en quelque sorte, de contrecarrer l'opinion, très répandue parmi les médecins, agents et/ou institutions de santé, selon laquelle les médecines traditionnelles sont condamnées à disparaître sous l'implantation des structures de soins occidentales ou sous l'apparition de nouvelles maladies face auxquelles elles se révéleraient totalement inefficaces. Cette recherche répond également à une préoccupation d'ordre pragmatique : en particulier contribuer à l'amélioration des schèmes d'assistance médico-sanitaire proposés aux Indiens Tukano à travers, notamment, la sensibilisation au niveau local des médecins et agents de santé aux conceptions et pratiques traditionnelles de la maladie. Parmi les axes prioritaires de recherche, il semble essentiel d'insister sur l'importance et la nécessité de recherches en anthropologie de la maladie qui se font urgentes face à la situation sanitaire déplorable de nombreux groupes indigènes et qui sont indispensables dans la mise en place de services et programmes d'assistance sanitaire, permettant de chercher les moyens d'adapter ou d'ajuster le modèle médical occidental aux ressources (conceptions et pratiques) thérapeutiques locales. Comme l'a souligné récemment Nicole SINDZINGRE, « la connaissance anthropologique ne constitue pas seulement un luxe cognitif mais une condition de l'adéquation de toute modification de l'environnement (implantations, politique sanitaire etc.) à ses objectifs » (« Tradition et biomédecine ». *Sciences sociales et santé*, 1985 : [3-4] : 9-26).

PRINCIPALES PUBLICATIONS

BUCHILLET, D. 1987. Personne n'est là pour écouter. Les conditions de mise en forme des incantations thérapeutiques chez les Desana du Uaupés brésilien. *Amérindia*, 1987, (12) : 7-32 (version anglaise « Nobody is there to hear. Desana therapeutic incantations ». In : G. BAER and E.J. LANGDON, Eds. *Portals of Power. Shamanism in South America*. Albuquerque.: University of New Mexico Press. 1992, pp. 211-230.).

Cet article analyse la conception Desana (Tukano oriental) de la thérapeutique chamanique qui se fonde sur la récitation intérieure d'incantations. La littérature ethnologique consacrée aux fondements de l'efficacité de la parole thérapeutique explique généralement le pouvoir de la parole par la construction du discours magique (utilisation de procédés rhétoriques et aspect performatif du langage chamanique) ou par le pouvoir évocateur du son des mots. L'analyse des incantations desana montre que l'efficacité de la cure dépend aussi de certaines conditions d'énonciation de la parole thérapeutique qui définissent étroitement ses modalités d'accès (importance de la généalogie

spirituelle; rite d'intronisation à la carrière de chaman) et ses modalités d'usage (cérémonie de « mise en sommeil » du savoir thérapeutique; aspect silencieux de la cure). Le caractère privé et silencieux de la cure chamanique paraît ainsi constituer une mesure de protection vis-à-vis d'un savoir perçu comme dangereux quand il est mis en pratique hors de son contexte spécifique (cure d'un individu) ou par des personnes qui ne sont pas habilitées pour le faire (dont l'apprentissage n'a pas été sanctionné par le rite d'intronisation à la carrière chamanique par exemple).

BUCHILLET, D. Interpretação da doença e simbolismo ecológico entre os índios Desana (Interprétation de la maladie et symbolisme écologique parmi les Indiens Desana). *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi* (Belém) 4 (1) : 27-42.

L'intérêt inégal et différencié attribué par les Indiens à certains aspects de leur environnement a souvent été interprété par sa fonction pratique, utilitaire. Toutefois, comme l'a souligné Claude Lévi-Strauss (1962), les « raisons utilitaires » ne sont pas suffisantes pour rendre compte de cet intérêt différencié. Des raisons d'ordre intellectuel sont également importantes. L'article montre comment l'interprétation de la maladie et de la thérapeutique constitue, pour les Desana, un domaine privilégié de conceptualisation et de manipulation symbolique des relations entre l'homme et son environnement qui sont à l'origine de l'ordre social et de l'ordre biologique (catégorisation de statuts sociaux, de phases biologiques ou psychologiques etc.)

BUCHILLET, D. 1990. Los poderes del hablar. Terapia y agresión chamánica entre los indios Desana (Les pouvoirs de la parole. Thérapie et agression chamanique parmi les indiens Desana). E. Basso et J. Sherzer Eds. *Las culturas nativas latino-americanas a través de sus discursos*. Quito : Abya Yala/Roma : MLAL., pp. 319-334.

Un aspect du savoir chamanique fréquemment souligné par les ethnologues est sa dimension ambivalente. Cette ambivalence est généralement interprétée de deux manières différentes : soit comme la traduction symbolique de l'espace socio-politique, soit comme le sous-produit de l'apprentissage chamanique. L'analyse du matériel recueilli parmi les indiens Desana (Tukano orientaux) montre qu'une troisième interprétation de l'ambivalence chamanique peut être offerte : elle renvoie à la logique interne de la construction du savoir chamanique. Les deux modalités - thérapeutique et d'agression - apparaissent ainsi comme deux élaborations inséparables d'un savoir chamanique spécifique fondé sur le discours mythique créateur mais qui s'opposent en vertu de règles de construction rhétorique particulières et de leurs conditions et modalités d'utilisation.

BUCHILLET, D. 1990. Manipulando identidades no médio Solimões (Manipulation des identités dans la moyenne vallée du Rio Solimões). *Anuário Antropológico* 87. Rio de Janeiro : Tempo Brasileiro, pp. 259-267.

Il s'agit d'une analyse critique du livre de Priscilla FAULHABER « O Navio encantado. Etnia e aliança em Tefé » (Le navire enchanté. Ethnie et alliance à Tefé) qui traite de l'ethnicité et du processus de segmentation et de différenciation sociales dans le contexte des relations interethniques conflictuelles du moyen Solimões. La critique principale portée à cet ouvrage concerne l'usage peu systématique des documents historiques qui est fait par l'auteur. Il semble cependant que des informations sur le peuplement de la région, les modalités d'interaction pré-contact des différentes ethnies actuelles, le processus d'occupation régionale, l'histoire du relationnement de chaque groupe avec la société nationale et les autres ethnies de la région, dans le contexte politique de leur spoliation par les Blancs, peut permettre de mieux comprendre la logique des formes actuelles d'interaction intertribale et inter-ethnique.

BUCHILLET, D. 1990. Pari Cachoeira : le laboratoire Tukano du projet Calha Norte. In : Brésil : Indiens et développement en Amazonie. *Ethnies*, Revue de Survival International (France). n° 11-12 : 128-135.

Dès 1986, le Conseil de sécurité nationale (CSN) a choisi la région de Pari Cachoeira sur le haut Rio Negro, habitat immémorial des Indiens des familles linguistiques Tukano et Maku, comme champ

d'expérimentation de la politique indigéniste d'assimilation économique et militaire de la frontière nord-amazonienne à travers le Projet Calha Norte (PCN) dont il est l'auteur et le coordonnateur. Plusieurs facteurs peuvent justifier l'élection de cette région comme une sorte de laboratoire du PCN : la mobilisation active, dès 1971, des leaders Tukano pour obtenir la reconnaissance légale de leur territoire; leur volonté, souvent affirmée, d'établir un rapport direct avec le gouvernement et de participer à toutes les décisions susceptibles d'affecter leur destin et, enfin, leur désir d'indépendance économique. Cet article analyse l'impact social, économique et territorial du PCN sur les populations indigènes de cette région.

BUCHILLET, D. 1991. A antropologia da doença e os sistemas oficiais de saúde (L'anthropologie de la santé et les systèmes officiels de santé) .D. Buchillet (Org.). *Medicinas tradicionais e medicina ocidental na Amazônia*. Belém (Pará) : MPEG/Edições Cejup/UEP, pp. 21-44.

Cet article revoit brièvement les différentes tendances de la recherche en anthropologie de la maladie dans les pays de langue anglaise et en France et traite plus particulièrement de l'école anthropologique française. La question de l'empirico-rationnel et du magico-religieux dans les médecines traditionnelles est abordée ainsi que les conséquences idéologiques et pratiques de l'introduction de la médecine occidentale pour les systèmes de santé traditionnels.

BUCHILLET, D. 1991. Impacto do contato sobre as representações e as práticas tradicionais ligadas à doença e seu tratamento (Impact du contact sur les représentations et pratiques traditionnelles liées à la maladie et à son traitement). D. Buchillet (Org.). *Medicinas tradicionais e medicina ocidental na Amazônia*. Belém (Pará) : MPEG/Edições Cejup/UEP. 1991, pp. 161-173.

Cet article tente de faire le pont entre l'anthropologie du contact interethnique et l'anthropologie de la maladie par l'analyse du traitement symbolique des faits et effets du contact à travers le prisme des systèmes étiologiques traditionnels. L'impact du contact sur les représentations traditionnelles relatives à la maladie a été abordé sous deux angles complémentaires : 1) représentations indigènes des maladies issues du contact ou « maladies de blancs »; 2) incorporation symbolique des blancs et des objets manufacturés dans la théorie pothogénique et thérapeutique indigène. Il en ressort a) que l'origine post-contact des « maladies de blancs » n'est pas forcément reconnue par les Indiens qui en sont affectés; b) que la reconnaissance indigène d'un tel lien (maladies introduites par les Blancs) n'empêche nullement les Indiens de rendre compte de ces maladies à partir de leurs propres schèmes cognitifs d'interprétation. De telles conclusions impliquent que l'on ne peut aborder de manière générale les maladies introduites par les Blancs et que celles-ci doivent aussi être étudiées dans leur contextualité historique, leurs interprétations pouvant varier au cours du temps, au gré des modalités et des formes de contact des indiens avec différents représentants de la société nationale.

BUCHILLET, D. 1991. A questão da articulação dos sistemas médicos : problema e perspectivas (La question de l'articulation des systèmes médicaux : problèmes et perspectives). D. Buchillet (Org.). *Medicinas tradicionais e medicina ocidental na Amazônia*. Belém (Pará) : MPEG/Edições Cejup/UEP. 1991, pp. 243-246.

Cet article revoit brièvement la nouvelle politique de planification sanitaire de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) destinée aux pays du Tiers Monde, ses ambiguïtés en ce qui concerne la place des médecines traditionnelles ainsi que les problèmes et questions suscités aux administrateurs locaux par les directives de l'OMS.

ANTHROPOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq SOCIÉTÉS INDIGÈNES ET FRONTIÈRE EN AMAZONIE : HISTOIRE, IMPACT ET REPRÉSENTATION DU CONTACT CHEZ LES INDIENS YANOMAMI

Localisation

Département des Sciences humaines du musée Paraense
Emilio Goeldi (MPEG) à Belém (Para) durant deux ans,
puis au Centre de recherches ethnologiques comparées (NUPEC)
de l'université de Brasília (UnB), durant quatre ans.

Chercheur ORSTOM responsable

Bruce ALBERT

Responsable brésilienne du projet

Dra. Alcida R. RAMOS, UnB

Durée du Projet

de septembre 1985 à décembre 1987 au MPEG,
de 1988 à 1991 à l'UnB comme chercheur permanent,
en mission de 1992 à 1994.

HISTORIQUE

De la thèse à Belém, de Belém à Brasília

Recruté à l'ORSTOM en septembre 1984, B. ALBERT a soutenu sa thèse de doctorat d'anthropologie en décembre 1985 à l'université de Paris X-Nanterre. Cette thèse portait sur l'organisation sociale et politique des Indiens Yanomami, et plus particulièrement sur les dimensions étiologiques et rituelles de cette organisation (interprétation de la maladie, rites funéraires et guerriers). Il est alors affecté au MPEG de Belém pour y initier un projet

de recherche intitulé : « **Sociétés indigènes et 'frontière' en Amazonie brésilienne : histoire, impact et représentation du contact chez les Indiens Yanomami** ».

Consacré à l'histoire de la pénétration économique du Nord amazonien (Etats de Roraima et Amazonas), à ses conséquences pour les populations autochtones et à ses représentations indigènes, ce programme a trouvé naturellement sa place, fin 1985, dans le grand programme « Occupation et transformation de l'espace amazonien au Brésil » qu'avait ouvert Philippe LÉNA, géographe de l'ORSTOM, au MPEG.

La première phase du projet, réalisée de fin 1985 à fin 1987 au MPEG, a porté essentiellement sur l'histoire des contacts interethniques et des changements techno-économiques induits dans l'économie indigène. Elle a été menée en collaboration avec deux chercheurs du MPEG, Lucia H. Van VELTHEM, spécialiste de la culture matérielle amérindienne, et M. MEIRA, ethnohistorien. Ces deux chercheurs ayant quitté la MPEG à la fin 1987, une réaffectation à l'université de Brasília a été alors décidée.

Développements du projet initial

Une seconde phase du projet a ainsi débuté au département d'anthropologie de l'Université de Brasília en février 1988 (NUPEC). Dans ce nouveau contexte, les études menées au MPEG sont prolongées par des travaux sur l'impact épidémiologique du contact et ses représentations indigènes, ainsi que par une analyse des politiques publiques de développement du Nord amazonien.

Ces recherches sont réalisées dans une perspective comparative au sein d'un projet collectif d'étude des transformations sociales et culturelles dans les ethnies nord-amazoniennes intitulé : « **Contact interethnique, transformations sociales et développement économique dans la région nord-amazonienne** ». Ce projet collectif est coordonné par A. R. RAMOS (UnB) et B. ALBERT (ORSTOM). Il comprend six chercheurs issus de cinq institutions : A.R. RAMOS (UnB), B. ALBERT et D. BUCHILLET (ORSTOM), M. A. LAZARIN (université de Goiás-UFG), N. FARAGE (université de Campinas-UNICAMP), P. SANTILLI (université de l'État de São Paulo-UNESP).

Cette seconde phase du projet s'est achevée en décembre 1991. Une troisième le conclura en 1992-1994 au prix de deux réaménagements :

- 1) B. ALBERT, réaffecté à Paris (université de Paris X-Nanterre), y maintiendra sa participation sous forme de missions annuelles accompagnant le processus de rédaction des résultats ;
- 2) le champ ethnographique et la composition des membres de l'équipe seront « resserrés ». Les derniers travaux du programme porteront sur trois sous-groupes de l'ethnie Yanomami (*Yanomam*, *Sanuma*, *Yanam*) et seront menés par A.R. RAMOS (*Sanuma*), B. ALBERT (*Yanomam*), M. A. LAZARIN (*Yanam*), G. GOMEZ (linguiste, université de Columbia - *Yanam* et *Yanomam*) et W. MILLIKEN (ethnobotaniste, Kew Royal Botanic Gardens - *Yanomam*).

Les travaux de B. ALBERT seront, durant cette période, consacrés à la rédaction d'ouvrages de synthèse et à des missions ponctuelles sur le terrain au titre d'assesseur anthropologique de divers projets sanitaires et éducatifs destinés aux Yanomami.

PRÉSENTATION ET OBJECTIFS

Une ethnie confrontée à des expériences de contact successif

Les Indiens Yanomami, constituent une des plus importantes ethnies amazoniennes actuelles, avec une population de 22 500 personnes répartie en environ 390 groupes locaux de part et d'autre de la frontière du Brésil et du Venezuela. Ils ont connu, depuis les premières décennies de ce siècle, des expériences de contact successives ou simultanées avec différents types de frontière en expansion sur leur territoire :

- *frontière extractiviste* : front d'expansion régional spontané des collecteurs de produits végétaux (latex, fibres de palmier, noix du Brésil) et des chasseurs (peaux de jaguar, ocelot, caïman, loutres) ;
- *frontière protectionniste* : réseau des postes du Service de protection des Indiens (SPI), puis de la Fondation nationale de l'Indien (FUNAI), et *frontière missionnaire* : réseau des missions catholiques et évangélistes (respectivement italiennes et nord-américaines) ;
- *frontière du développement* : implantation de grands projets publics et privés (colonisation, prospection minière, bases militaires) et fronts pionniers spontanés qui les accompagnent (notamment celui, massif, des orpailleurs, au cours des années 1980).

Analyser les effets sociaux et culturels du contact interethnique

Ce projet de recherche a pour objet le processus d'articulation de la société yanomami à ces différentes modalités (régionales, nationales, internationales) de la frontière du « système mondial ». Il s'attache à l'étude des transformations sociales induites par chacune de ces configurations du contact interethnique, à l'analyse de leur développement historique et à celle de leur représentation culturelle.

Il a pour vocation de déboucher à la fois sur une contribution anthropologique à l'étude des phénomènes de transformation sociale et culturelle en Amazonie et sur des retombées pratiques en matière d'orientation des programmes d'assistance économique, éducative et sanitaire développés par les organismes indigénistes officiels ou associatifs travaillant dans la région.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

Ouvrages et participation à des ouvrages de synthèse :

ALBERT, B. 1988. *Temps du sang, temps des cendres. Représentation de la maladie, espace politique et système rituel chez les Yanomami du Sud-Est (Amazonie brésilienne)*, 833 p., Travaux et Documents Micro édités 31, Paris, Orstom.

Analyse de l'organisation sociale et politique intercommunautaire yanomami à travers ses dimensions symboliques et rituelles (interprétation de la maladie, rites funéraires et guerriers).

ALBERT, B. 1988. « Yanomami - Kaingang : la cuestión de las tierras indígenas en Brasil ». In : *Indianidad, etnocidio e indigenismo en América Latina*, pp.197-219. Mexico, CEMCA-Instituto Indigenista Interamericano.

Comparaison entre la situation des Yanomami, récemment contactés, et celle des Kaingang, en

contact permanent depuis le début du siècle. Abordage de la question des terres indiennes au Brésil dans ses relations avec le surgissement d'un mouvement pan-indien et de nouvelles formes d'ethnicité à la fin des années 1970.

- ALBERT, B. 1990. « Sixty-Three Yanomam Narratives » In : *Folk Literature of the Yanomami Indians*, J. Wilbert and K. Simoneau eds., Los Angeles, UCLA Latin American Center Publications.

Participation à un ouvrage collectif de référence sur la mythologie yanomami.

- ALBERT, B. (ed.). 1990. *Brésil : Indiens et développement en Amazonie, Ethnies 11-12*. Numéro spécial (148 pages) consacré à l'impact des projets de développement brésilien des années 1980 sur les populations autochtones de l'Amazonie. 23 articles (de chercheurs brésiliens, français, anglais et américains) et une bibliographie portant sur 6 grands thèmes : droits indigènes et développement, intérêts miniers, complexes hydro-électriques, grands projets agro-industriels, exploitation forestière, développement et géopolitique.

- ALBERT, B. 1991. « Terras indígenas, política ambiental e geopolítica militar no desenvolvimento da Amazônia : a propósito do caso Yanomami ». In : *Amazônia : a fronteira agrícola 20 anos depois*, P. Léna et A.E. de Oliveira, eds., pp. 37-58. Belém : MPEG/CEJUP/ORSTOM.

Etude sur le processus de délimitation des terres yanomami dans le contexte des politiques de protection de l'environnement et des projets géopolitiques militaires appliqués au Nord amazonien dans les années 1980.

- ALBERT, B. 1991. *Florestas Nacionais e terras indígenas no Projeto Calha Norte : uma expropriação 'ecológica' ?*, Aconteceu-Povos Indígenas no Brasil 1987-90, C.A. Ricardo ed., pp. 166-169. São Paulo, CEDI.

Analyse de la manipulation étatique de la législation sur l'environnement pour réduire les terres indigènes dans la région nord-amazonienne.

- ALBERT, B. 1991. « Xawara : o ouro cannibal e a queda do céu ». In : *Povos Indígenas no Brasil 1987-90*, C.A. Ricardo ed., pp. 169-171. São Paulo : CEDI.

Entretien avec Davi KOPENAWA, leader et chamane, sur le choc épidémiologique provoqué par l'invasion des chercheurs d'or en territoire yanomami et ses représentations traditionnelles.

- ALBERT, B. 1992. « Pensée d'un sage, Davi, chamane yanomami ». In : *Notre Amérique métisse. Cinq cents ans après la Conquête, les latino-américains parlent aux Européens*, A. Remiche Martynow et G. Schneier Madanes eds., pp. 391-398. Paris : La Découverte.

Entretien avec Davi KOPENAWA sur la ruée vers l'or en territoire yanomami et sur sa conception des Blancs en tant que « peuple de la marchandise ».

- ALBERT, B. 1992. *Geopolítica militar e frente garimpeira no norte-amazônico : os índios Yanomami face ao projeto Calha Norte..* In : *Projeto Calha Norte : uma etnografia das práticas e da retórica do genocídio*, João Pacheco de Oliveira Filho (ed.). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). (sous presse)

Analyse de l'interaction entre géopolitique militaire et développement du front d'expansion de l'orpaillage dans les terres yanomami au cours des années 1980.

- ALBERT, B. et A. R. RAMOS (eds.) 1992. *Pacificando o Branco. Cosmologia e Política do Contato no Norte Amazônico* (en préparation).

Recueil de 16 articles d'auteurs brésiliens, français, anglais et américains sur les représentations du contact interethnique par 14 ethnies du Nord amazonien. Ouvrage subdivisé en 4 parties : Les mots et les choses, Rites politiques, Discours et identités, Cosmologie et histoire.

Articles dans des revues

ALBERT, B. 1987. Les Indiens et la Nouvelle République. *Les Temps Modernes* 491 : 121-141.

Bilan de la question indienne au Brésil au début de la 'Nouvelle République' (1984-1990) : législation, question foncière, administration indigéniste, mouvements indiens, début du projet militaire nord-amazonien Calha Norte...

ALBERT, B. 1988. La Fumée du Métal. Histoire et représentations du contact chez les Yanomami du Brésil. *L'Homme*, 106-107 : 87-119.

Histoire des représentations yanomami des Blancs, des objets métalliques et des épidémies, de la période du « contact indirect » (via les ethnies caribes et arawaks circonvoisines) à celle de l'ouverture de la route « Périmétrale nord » dans les années 1970.

ALBERT, B. 1989. Yanomami 'Violence' : Inclusive Fitness or Ethnographer's Representation. *Current Anthropology*, 30 : 637-640.

Critique des hypothèses sociobiologiques sur la guerre yanomami de l'anthropologue américain N.A. Chagnon, université de Californie à Santa Barbara (publiée dans un article de Science, 1988).

ALBERT, B. ; A.R. RAMOS. 1989. Yanomami Indians and Anthropological Ethics. *Science*, 244 : 632.

Réflexions sur les responsabilités sociales de l'anthropologie et de l'écriture ethnographique à propos du cas des Yanomami.

ALBERT, B. 1990. Développement amazonien et Sécurité nationale : les Indiens Yanomami face au projet 'Calha Norte'. *Ethnies* 11-12 : 116-127.

Bilan des effets (sociaux, sanitaires, territoriaux) du Projet militaire d'occupation du Nord amazonien Calha Norte et de l'avancée du front d'expansion de l'orpaillage qui l'a accompagné en territoire yanomami (1985-1990).

ALBERT, B. 1990. On Yanomami Warfare : A rejoinder. *Current Anthropology*, 31 : 558-562.

Réponse à N.A. CHAGNON sur sa défense des thèses sociobiologiques appliquées à la guerre yanomami (voir ALBERT 1989 ci-dessus).

ALBERT, B. 1992. Indian lands, environmental policy, and military geopolitics in the development of the Brazilian Amazon : The case of the Yanomami. *Development and Change*, 23 (1) : 35-70.

Version révisée et augmentée de ALBERT 1991 « Terras indígenas, política ambiental e geopolítica militar no desenvolvimento da Amazônia : a propósito do caso Yanomami », in : Amazônia : a fronteira agrícola 20 anos depois, P. Léno et A.E. de Oliveira, eds., pp. 37-58. Belém : MPEG/CEJUP/ORSTOM. Etude sur le processus de délimitation des terres yanomami dans le contexte des politiques de protection de l'environnement et des projets géopolitiques militaires appliqués au Nord amazonien dans les années 1980.

ALBERT, B. 1992. A Fumaça do Metal. Historia e Representações do Contato entre os Yanomami. *Anuário Antropológico/89*, : 151-189.

Version traduite et révisée de ALBERT 1988 « La Fumée du Métal. Histoire et représentations du contact chez les Yanomami du Brésil », L'Homme, 106-107 : 87-119. Histoire des représentations yanomami des Blancs, des objets métalliques et des épidémies de la période du « contact indirect » (via les ethnies caribes et arawaks circonvoisines) à celle de l'ouverture de la route « Périmétrale nord » dans les années 1970.

ALBERT, B. 1992. L'or cannibale et la chute du ciel. Une critique chamannique de l'économie politique de la nature. *L'Homme* 126-128 : 353-382. (sous presse).

Etude sur le discours politique messianique yanomami face au choc épidémiologique et écologique de la ruée vers l'or nord-amazonienne (état de Roraima) et de sa relation critique au discours écologiste occidental.

PARTICIPATION À DES COLLOQUES

1986

Communication au colloque « Cosmologia, Valores e Transformação », université de Brasília (« História e representação do contato : reflexões sobre o caso Yanomami »).

1988

Communication au colloque « Amazônia : a Fronteira Agrícola 20 anos depois », Orstom/Museu Goeldi (« Terras Indígenas, Política Ambiental e Geopolítica do desenvolvimento Amazônico »).

1990

Intervention au colloque : « Encontro para a avaliação do Plano Emergencial de Atenção a Saúde Yanomami », ministère de la Santé, Brasília (« Situação sanitária dos Yanomami da região de Paapiu »).

1990

Communication sélectionnée par le colloque international « FOREST 90 », Manaus (« Frente garimpeira e sociedades indígenas na Amazônia : o caso dos Yanomami de Paapiu 1989-1990 »).

1991

Communication à la 8th International Conference on Heavy metals in the Environment, Edinburgh (« Mercury Levels in Yanomami Indians Hair from Roraima-Brazil », en collaboration avec M.B. Castro et W.C. Pfeiffer).

TRAVAUX D'EXPERTISE

Expertises et enquêtes pour la défense des peuples autochtones

Des travaux d'expertise sont régulièrement exercés auprès d'administrations brésiliennes (services du procureur de la République, Fondation nationale de la Santé, Institut

brésilien de l'environnement, Fondation nationale de l'Indien) et de diverses ONGs brésiliennes et françaises (CCPY et CEDI, São Paulo ; APC, Brasília ; Survival International et Médecins du Monde, Paris).

Certaines de ces expertises ont fait l'objet de rapports dont on trouvera la liste ci-après. D'autres ont été menées sous forme de participation à des commissions d'étude ou d'enquête. A titre d'exemple, en 1990-1992 :

- enquêtes sur l'invasion des terres yanomami par les chercheurs d'or pour le cabinet du procureur de la République, Brasília (1990) ;
- participation à la commission spéciale d'investigation sur la question yanomami créée par l'*American Anthropological Association* (1991) ;
- co-rédaction avec I. ROGEDO (FUNAI) et A.R. RAMOS (UnB) du projet de réserve territoriale yanomami (9,4 millions d'hectares dans les États de Roraima et Amazonas) signé par le président de la République le 15 novembre 1991 et homologué le 25 mai 1992) ;
- assessorat scientifique d'une mission Banque mondiale/OMS/OPAS en territoire yanomami dans le cadre du « Amazon Basin Malaria Control Project » (1991).

Rapports d'expertise

ALBERT, B. (en collaboration avec le Dr. I. A. MENEGOLA). 1990. « Situação do garimpo na área do Paapiu », rapport destiné à la Procure de la République, 17 p.
Enquête sur l'invasion du centre du territoire yanomami par les chercheurs d'or.

ALBERT, B. (en collaboration avec le Dr. I.A. MENEGOLA) 1990. « Situação sanitária dos Yanomami do Paapiu », rapport destiné au collectif d'ONGs « Ação Pela Cidadania », 9 p.
Enquête sur la situation sanitaire et sociale du centre du territoire yanomami envahi par les chercheurs d'or.

ALBERT, B. 1991. *Urihi : Terra, Economia e Saúde Yanomami*, Serie Antropologia 119, 36 pages. Université de Brasília, ICH-Département d'anthropologie.
Etude sur les relations entre territorialité, système productif et situation sanitaire chez les Yanomami. Contribution aux études sur la délimitation des terres yanomami destiné à la Fondation nationale de l'Indien (communiqué également à la procure de la République et à la Chambre des députés ; rédaction initiale 1987, révisé et augmenté en 1991).

ALBERT, B. 1991. « Situação do garimpo na bacia do rio Demini (Amazonas) », *Urihi*, (14) : 4-14, rapport destiné à l'ONG CCPY et à la procure de la République.
Enquête sur l'invasion du bassin du haut Rio Demini par les chercheurs d'or.

ALBERT, B. 1991. « Garimpo e malaria na área do alto Toototobi (Amazonas) : o ponto de vista Yanomami », *Urihi*, 14 : 16-34, rapport destiné à l'ONG CCPY.
Enquête sur la vision yanomami de l'invasion des chercheurs d'or et ses conséquences épidémiologiques.

ALBERT, B. 1991 (en collaboration avec le Dr D. A. FRANCISCO). « Relatório de saúde Yanomami. Região do Toototobi », rapport destiné à CCPY et Ministère de la Santé, 25 p.
Enquête sur la situation sociale et sanitaire des Yanomami du bassin du Rio Toototobi.

ALBERT, B. 1992 (en collaboration avec Gale G. GOMEZ, linguiste). *Frases e vocabulário Yanomami para médicos e paramédicos*, (versão I), 49 p.

Manuel de santé yanomami-portugais destiné aux équipes de santé de la Fondation nationale de Santé/Roraima et des ONGs travaillant chez les Yanomami.

ALBERT, B. 1992 (en collaboration avec les Dr. D. A. FRANCISCO et M. A. de OLIVEIRA). *Relatório de atividades Projeto Saúde Demini - Março a Outubro de 1992*, rapport rédigé à la demande de l'ONG CCPY dans le cadre du projet de santé yanomami de la Fondation nationale de Santé/Roraima, 28 p.

Rapport d'évaluation du projet d'assistance sanitaire aux Yanomami de la région du Rio Toototobi de l'ONG CCPY.

ANIMATION SCIENTIFIQUE ET CONTRIBUTION À LA FORMATION

Les activités dans ce domaine sont de deux ordres :

- animation (en collaboration avec A.R. RAMOS) du projet NUPEC-ORSTOM : « **Contact interethnique, transformations sociales et développement économique dans la région nord-amazonienne** » qui suppose la coordination scientifique et administrative de six projets de recherche individuels.
- formation à la recherche en anthropologie de boursiers du CNPq (quota de deux bourses annuelles) et participation à l'encadrement d'étudiants de maîtrise dans le cadre du département d'anthropologie de l'université de Brasília (groupe variant de 2 à 5 personnes suivant les années).

Il est à noter que la formation à la recherche sur le terrain de ces étudiants est restée plus modeste que souhaitable en raison des aléas du processus de concession des autorisations d'entrées en territoire indien de 1988 à 1990. Cet obstacle administratif a été levé à partir de 1991 et des efforts seront développés pour compenser le temps perdu dans ce domaine.

Par ailleurs :

- un stage de recherche au musée de l'Homme (Paris) a été organisé en 1987 pour L. H. Van VELTHEM chercheur du MPEG ;
- une maîtrise d'anthropologie a été soutenue en 1990 par P. SANTILLI (UNESP) et deux autres chercheurs brésiliens du projet (N. FARAGE et M.A. LAZARIN) ont entrepris en 1989-1991 des recherches de terrain en vue d'un doctorat.

VALORISATION

Les actions de valorisation entreprises consistent en publications d'articles de vulgarisation, contributions à des films documentaires et participations à des reportages ou à des expositions :

Articles dans des revues

- ALBERT, B. et A.R. RAMOS. 1988. « Violência ética : o extermínio acadêmico dos Yanomami ». *Humanidades*, 18 : 84-89.
Exposé « grand public » des termes de notre polémique avec l'anthropologue américain N.A. Chagnon sur son analyse sociobiologique de la guerre yanomami. On trouvera un compte rendu de cette polémique dans La Recherche n° 210 (mai 1989, rubrique Sciences et Politique) et dans la Folha de São Paulo (un des principaux quotidiens brésiliens qui tire à plus de 700 000 exemplaires) du 30/6/1989 (Cahier Sciences).
- ALBERT, B. 1989. « Os efeitos dos contatos dos Yanomami com a civilização ». *Jornal dos Direitos Humanos*, 6 : 9.
A propos des effets sanitaires et économiques de l'orpoillage en territoire indien.
- ALBERT, B. 1990. « Mitos Yanomami explicam leis do cosmo ». *Folha de São Paulo* (cahier littéraire, F-5).
Traduction commentée de quelques mythes yanomami.
- ALBERT, B. 1991. Interview donnée à la revue *Tempo e Presença*, (São Paulo) 260 : 25-26.
A propos de la situation sanitaire yanomami.
- ALBERT, B. 1992. « The Spirits of the Sky ». *The New Internationalist*, 237 : 13.
Court entretien avec Davi KOPENAWA sur son initiation chamanique.
- ALBERT, B. 1992. « L'homologation des terres yanomami ». *Les Nouvelles de Survival International France*, 7 : 1.
Commentaire sur la signature du décret de création de la réserve territoriale yanomami le 25 mai 1992.

Participation à des films documentaires, reportages, expositions

1989

Consultant anthropologique du film : « Contact : the Yanomami Indians in Brazil », réalisation G. O'Connors. New York, Realis Pictures.
Documentaire sur l'invasion du territoire yanomami par les chercheurs d'or.

1990

Participation à un reportage sur les Yanomami et la ruée vers l'or de l'État de Roraima pour l'émission « Résistances », réalisation Jacques Douay. Paris : Antenne 2.

1992

Consultant anthropologique du film « La forêt et la maison », réalisation V. Ziegler. Genève, DOCIP.
Documentaire sur l'activité des chercheurs d'or et l'implantation d'une base militaire en territoire yanomami (mis en relation avec l'usage traditionnel de la forêt et la construction d'une maison yanomami).

1992

Participation à une exposition de photographie (conception et textes) sur les Yanomami et les chercheurs d'or à l'Espace Japon (Paris) du 7 au 28 novembre 1992.

CONCLUSION

Au regard d'un débat international souvent mal informé et sensationnaliste sur la forêt amazonienne et les Indiens, **ce projet a cherché à produire des connaissances concrètes au service des populations autochtones et à les faire prendre en compte par les responsables locaux du développement amazonien.** Il s'est efforcé de développer dans son domaine, l'anthropologie des populations autochtones de l'Amazonie du Nord, un réseau de partenaires et un champ de coopération aussi large que possible tant au niveau de la recherche scientifique qu'à celui de son application. Le bilan de ce projet doit être ainsi mesuré aussi bien à l'aune de ses objectifs scientifiques qu'à celle de son souci de transfert de connaissances vers les différentes institutions locales et ONGs qui travaillent dans la région concernée (Ouest de Roraima, Nord-est de l'amazonas).

ANTHROPOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

**MODIFICATIONS ÉCOLOGIQUES LIÉES
À L'EXPLOITATION AGROSILVICOLE DE LA FORÊT.**

**SOUS-PROJET :
ÉTUDES DES CHANGEMENTS LINGUISTIQUES
ET DE LA PERCEPTION DU MILIEU
DANS LES SITUATIONS DE CONTACT
ET DE TRANSFORMATION DE L'ESPACE
EN AMAZONIE BRÉSILIENNE**

Localisation

Département d'écologie,
Division d'écologie humaine
de l'Institut national de recherches en Amazonie (INPA),
Manaus, Amazonas

Chercheuse ORSTOM

Odile RENAULT-LESCURE

Durée du projet

1987-1991 en présence permanente,
sous forme de missions après 1991

HISTORIQUE

Affectée à Manaus en mars 1987 dans le cadre du Département d'écologie, Division écologie humaine, de l'INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia), O. RENAULT-LESCURE est intégrée au programme « **Modifications écologiques liées à l'exploitation agrosilvicole de la forêt** ». Ce programme, dont un volet traite plus spécifiquement des relations entre l'homme et son milieu avec les recherches de P. GRENAND, anthropologue

ORSTOM, et F. GRENAND ethnolinguiste CNRS, devait s'augmenter d'une recherche chez les Yanomami de l'Etat du Roraima et du Nord de l'Etat d'Amazonas, en collaboration avec Bruce ALBERT, anthropologue ORSTOM alors affecté au musée Goeldi de Belém. Cette recherche a dû être interrompue en 1988, face à la conjoncture politique interdisant les recherches dans les aires indigènes de la frontière nord, et les activités se sont alors concentrées dans des zones accessibles. Les Yanomami résidant tous en territoire indigène, la chercheuse française a de ce fait entrepris des travaux chez les Indiens Tukano, dont une partie de la population « détribalisée » vit dans l'Etat d'Amazonas, en dehors de ses propres limites territoriales.

Etant donné le caractère aléatoire revêtu par les recherches liées à la situation indigène au Brésil, depuis 1987, et afin de répondre à des demandes faisant logiquement suite à des travaux antérieurs, O. RENAULT-LESCURE poursuit parallèlement des activités, de plus en plus restreintes cependant, se rapportant à des programmes précédemment développés dans un groupe amérindien de Guyane française.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES ET ÉTAT ACTUEL DE LA RECHERCHE

Programme individuel de recherche : Etudes des changements linguistiques et de la perception du milieu dans des situations de contact et de transformation de l'espace en Amazonie brésilienne

Ce programme est conduit à partir de l'INPA (Département d'écologie), à Manaus. Il a été intégré au programme général de recherches sur les « **modifications écologiques liées à l'exploitation agro-sylvicole de la forêt** » développé par l'équipe rattachée à ce département (voir dossier complet section écologie). Un volet de ce programme traite plus spécifiquement des relations de l'homme et du milieu, notamment dans le projet sur les activités extractivistes en Amazonie.

Dans le cadre de l'ORSTOM, ce sujet de recherche est rattaché au programme « Occupation et transformation de l'espace amazonien » de l'Unité de recherche 3E (Dynamique des peuplements humains, grand programme PESOE) du Département SUD. Etant donné la part importante prise par les activités liées aux questions d'éducation, un rattachement secondaire à l'UR 5A « Composantes historiques et culturelles du développement économique » a été demandé, en janvier 1991.

Développement des activités de recherche

Dégager les mécanismes du changement linguistique

Commencée chez les Indiens Tukano (famille linguistique Tukano oriental) « détribalisés », installés le long du río Negro et de ses affluents, en aval de la zone indigène, **cette recherche a pu s'étendre, depuis juin 1991, à la zone indigène tukano**, sur le río Uaupès, affluent du río Negro.

Afin de dégager les mécanismes du changement linguistique dans une société multilingue complexe à différents stades de contact avec la société nationale et géographiquement très

dispersée, deux approches complémentaires ont été mises en œuvre : une approche de type sociolinguistique et une approche ethnolinguistique plus appropriée dans le travail en zone indigène.

Les enquêtes sociolinguistiques visent à montrer les changements dans les pratiques linguistiques d'une société fondée sur l'exogamie linguistique, suivant leur degré de contact avec la société nationale, notamment dans le cadre des migrations, et les conséquences qu'elles peuvent avoir dans la représentation de l'identité tukano.

Le volet des enquêtes en milieu « détribalisé » (rio Negro) a été achevé en 1990 (dépouillement et analyse de 1 300 questionnaires en milieu scolaire; transcription de 140 entretiens dirigés; analyse des textes en cours).

Le volet des enquêtes en zone indigène (rio Uaupès) a été achevé en 1991 (480 questionnaires en milieu scolaire et 51 en milieu familial) dans un des trois centres régionaux de la zone indigène.

La perception du milieu par les Tukanos

Les enquêtes linguistiques et ethnolinguistiques visent à la *description de la langue tukano* et de ses variantes. Certains aspects, comme l'analyse des relations spatio-temporelles et de la classification nominale sont privilégiés dans la mesure où ils apportent des éléments pour comprendre comment les Tukano perçoivent leur milieu. Des analyses de récits complètent ce dernier point.

Les domaines suivants ont été abordés :

- analyse phonologique : étude de la nasalité et des tons, mise en évidence d'une grande variabilité des idiolectes dus à des substrats familiaux; tous ces points font l'objet d'une analyse fine dans la mesure où leur connaissance pour l'établissement d'une écriture est indispensable (voir ci-dessous);
- l'analyse des catégories sémantiques et grammaticales citées ci-dessus est en cours. Des enquêtes ont été réalisées sur les éléments grammaticaux et lexicaux liés à l'expression de l'espace, sur la toponymie et la dénomination des éléments du milieu naturel; une enquête ethnobotanique a été réalisée sur les fruits comestibles.

Des enquêtes sur la **participation des Tukano à l'économie extractiviste**, et le rôle de celle-ci dans leurs migrations, ont été faites sur le rio Negro et sur le rio Uaupès.

PARTENARIAT ET FORMATION

La nouvelle Constitution du Brésil accordant un espace légal aux langues indigènes dans l'éducation formelle, l'ethno-éducation est depuis quelques années au cœur des préoccupations des Indiens et des instances éducatives intervenant en zone indigène.

La collaboration de la chercheuse française a été demandée dans plusieurs domaines :

- participation à un **projet de recherche en éducation indigène** mené, à la demande des missions salésiennes responsables pour une grande part de l'éducation dans la région du haut rio Negro et par le Centre d'éducation de l'université du Pará. Ce projet s'est donné pour but la récupération de formes éducatives pratiquées dans la région du haut rio Negro.

Il s'agit d'appliquer les connaissances en linguistique indigène - limitée pour le moment aux langues Tukano - à l'éducation dans ces langues. La formation des professeurs et la coordination d'un groupe de travail qui se réunit, tous les six mois depuis septembre 1990, doivent aboutir dans un premier temps (mi-1991) à la proposition d'une écriture unifiée pour la langue tukano (justification des choix graphiques, règles d'orthographe). Ce projet est prévu pour deux ans renouvelables.

■ **expertise des publications de matériel didactique indigène**, à la demande de la SEDUC (Secretaria da Educação e Cultura).

■ **participation aux travaux du NEI**

Núcleo de Educação Indígena de l'Amazonas), mis en place par l'IER/AM (Instituto de Educação Rural do Amazonas) qui réunit des représentants de diverses institutions liées à la question indigène.

■ **formation « informelle »**

Il n'y pas de cadre académique à Manaus pour la formation en linguistique indigène, mais à la demande du Département des lettres et langues Etrangères de la FUA (université de Manaus) la chercheuse française a orienté une étudiante de fin de 2^e cycle (phonologie du Desana, langue de la famille Tukano) et assuré un séminaire d'introduction aux langues amérindiennes de mars à décembre 1990.

VALORISATION

Séminaire « Linguas e Educação », ORSTOM, Département SUD, Paris, 9-19 septembre 1991 « Situation de multilinguisme entre les Indiens Tukano de l'Amazonie brésilienne ».

Séminaire régional sur la politique d'alphabétisation et de formation des éducateurs-alphabétiseurs, université de l'Etat d'Amazonas - UA, Conseil des recteurs des universités brési-liennes - CRUB, Organisation universitaire interaméricaine - OUI, 28 au 30 avril 1992, Manaus, AM, « Le rôle de la linguistique dans l'alphabétisation des langues indigènes : de l'écriture de la langue destinée à l'enseignement : la formation des alphabétiseurs ».

PRINCIPALES PUBLICATIONS

RENAULT-LESCURE, O. 1990 Langue maternelle et langue française en Guyane : ennemies. *Espace créole*, 7, GEREK/LACITO/L'HARMATTAN, Paris, pp. 151-171.

RENAULT-LESCURE, O. 1990. As linguas faladas pelas crianças do rio Negro (Amazonas) : Descontinuidade na transmissão familiar das linguas. Atas do Seminario « As crianças da Amazônia », UNICEF/UFGA, Belem.

RENAULT-LESCURE, O. 1990. Comparaison des langues et approche pédagogique (exemples basés sur une langue Karib, le galibi, et le français). In : « Pour un nouvel enseignement en pays indien ». La Nature et l'Homme, ORSTOM, Cayenne, pp. 41-75.

RENAULT-LESCURE, O. 1990. Contacts interlinguistiques entre le Caribe et les créoles des côtes guyanaises, n° spécial Guyane, *Etudes créoles*, vol. XIII, n° 2.

RENAULT-LESCURE, O. 1991. La tentation monolingue. Exemple d'acculturation linguistique chez les Indiens multilingues d'Amazonie brésilienne. In : « Plurilinguisme et Développement » [Charmes, org.] Cah. Sci. Hum., ORSTOM.

Cet article met en scène l'évolution d'une situation originale de multilinguisme générée par un système complexe d'exogamie linguistique chez les Indiens Tukano orientaux de l'Amazonie colombiano-brésilienne. La première partie présente les différences rencontrées de chaque côté de la frontière et les met en relation avec les différentes modalités du contact avec les Blancs. La seconde partie traite de l'évolution du multilinguisme dans les migrations au cours desquelles les Tukano suivent le cours du río Negro, de l'aire indigène aux abords de Manaus et sont confrontés à de nouvelles formes de contact interethnique.

EMPERAIRE, L.; LESCURE, J.-P.; PINTON, F.; RENAULT-LESCURE, O. 1992. Non Timber forest products and extractive activities in the middle Río Negro region (Brazil). In : M. PLOTKIN et L. FAMELARE (éds) : *Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products*. Island Press, Washington D.C., : 151-157.

Dans la région du moyen Río Negro les activités de collecte des produits non ligneux destinés à être commercialisés sont centrées sur trois produits : les gommes à mâcher, le caoutchouc et la fibre de piassava. Pour chacun d'eux les auteurs décrivent les pratiques associées à la collecte et la structure de l'échange entre collecteurs et patron connu sous le nom d'« aviamento ». Ils soulignent le faible impact écologique de cette activité et le fait que son avenir dépend essentiellement de l'évolution des conditions socio-économiques locales.

RENAULT-LESCURE, O. (sous presse). As palavras e as coisas do contato : a respeito dos neologismos na língua galibi. In : « Imagens do Branco na história indígena ». ORSTOM/UnB, Brasília.

La dynamique linguistique des Galibi (groupe Karib) est liée aux diverses formes du « contact ». Le contact avec les blancs est pluriséculaire et multiple, c'est-à-dire qu'il se réalise non seulement avec les Blancs mais avec les sociétés issues de l'esclavage, dans le cadre pluriethnique des Guyanes. Les objets introduits par les Blancs, les changements dans la technologie, dans la société, dans la vision du monde se reflètent dans la langue qui se les approprie à son tour. A travers l'étude de structures sémantiques et grammaticales, l'auteur tente de montrer comment les Galibi intègrent ces changements dans un processus actif de restructuration linguistique.

10. 11. 2019

11. 11. 2019

12. 11. 2019

CLIMATOLOGIE-OCÉANOGRAPHIE

PROJET ORSTOM/CNPq

PROGRAMME OCÉAN-ATMOSPHÈRE SUR L'ATLANTIQUE TROPICAL (TOGA)

Localisation

Département de météorologie de l'Institut de recherches spatiales (INPE),
São José dos Campos, São Paulo

Chercheur ORSTOM

Jacques SERVAIN, chercheur de l'université P. et M. Curie, Paris ;
mis à la disposition de l'ORSTOM

Durée du projet

Octobre 1986 - Août 1988

HISTORIQUE

Un projet qui comble une lacune importante

Le programme océanographique FOCAL (Français Océan Climat Atlantique Tropical) mené sur l'Atlantique tropical durant les années 1982-1984 avait bénéficié de la sollicitude administrative des autorités brésiliennes. Il s'agissait en particulier d'obtenir les autorisations nécessaires à l'implantation de marégraphes situés dans les eaux territoriales brésiliennes (Natal, Fernando de Noronha, Penedos São Paulo, Trinitade). Par ailleurs, les campagnes de FOCAL s'effectuant en partie dans ces eaux territoriales, des observateurs brésiliens (la plupart du temps militaires et faisant partie du Service hydrographique de la marine) ont été invités à participer aux embarquements. Ces observateurs se sont effectivement cantonnés dans le rôle d'observateurs et n'ont pas eu une quelconque participation scientifique à notre programme de recherche. Il faut dire que du côté français cette collaboration n'avait pas non plus été officialisée.

Jusqu'à cette période, la collaboration scientifique entre océanographes français et océanographes brésiliens était donc pratiquement inexistante. Il convenait de mettre un terme à cet état de fait, d'autant que le programme international TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphère) prévu sur 10 ans, de 1985 à 1995, démarrait et que la France se devait de maintenir sur l'Atlantique une présence scientifique unanimement reconnue.

Le Brésil s'était également inscrit à ce programme TOGA, mais, il est vrai, avec des moyens limités. De fait, la composante brésilienne du programme TOGA est plutôt d'ordre atmosphérique, en particulier à l'INPE de São José dos Campos (SP).

Travaillant depuis plusieurs années à l'interface air-mer sur l'Atlantique tropical, Jacques SERVAIN est affecté à l'INPE pour une période d'essai, et ceci à la suite de l'approbation d'un projet scientifique par le CNPq et l'ORSTOM au cours du printemps 1986, projet dont Carlos A. NOBRE est le coordinateur brésilien. Son séjour à São José dos Campos fut de 22 mois.

ACTIVITÉS PRINCIPALES

Le rôle du chercheur français était multiple. Il fallait en effet :

- assurer le contact avec les autorités scientifiques brésiennes afin de maintenir le réseau de marégraphes installé durant le programme FOCAL, et si possible le développer;
- assurer la liaison scientifique entre diverses équipes françaises et brésiennes lors d'études spécifiques (l'installation d'un pluviographe sur le rocher St. Pierre et St. Paul est le meilleur exemple de ce genre d'activité);
- mener une activité scientifique en collaboration avec les chercheurs brésiliens dans le cadre d'une meilleure connaissance de la variabilité interannuelle du climat de l'Atlantique tropical et de son impact sur le régime de précipitation du Nordeste et d'autres régions au Brésil;
- participer au développement d'une activité climatique opérationnelle dans le cadre du « Centre de prévision du temps et étude du climat » (CPTEC) qui est géré par l'INPE.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Des résultats, mais non à la mesure des espoirs initiaux

Du propre aveu du chercheur français, les résultats obtenus n'ont pas été à la hauteur des ambitions initiales. Plusieurs raisons à cela; énumérées ici et liées aux quatre activités principales énoncées ci-dessus :

- il existe au Brésil un clivage net entre les autorités militaires et les autorités scientifiques civiles dans le domaine océanographique. La flotte océanographique brésilienne est réduite; ses plus gros éléments sont sous la responsabilité de la marine nationale. L'absence de préoccupations scientifiques et la présence d'un matériel obsolète au sein de cette marine rendent difficile la réalisation de programmes de recherche. Dans le cadre du programme marégraphe, les autorisations d'accès aux différents sites du réseau ont été longs et très difficiles à obtenir. Il en est résulté des lacunes dans les séries chronologiques de mesures en 1986 et 1987. Depuis 1988, ce réseau est considéré comme perdu. Il est vrai que du côté de l'ORSTOM, certains événements graves dont les décès successifs de deux plongeurs, n'ont pas aidé au bon déroulement du projet;

■ l'étude du projet, puis sa réalisation, consistant à installer un pluviomètre, avec transmission des mesures en temps réel par le système des balises ARGOS sur le Rocher St. Pierre et St. Paul, fut par contre une totale réussite. Il est vrai que nous avons bénéficié de circonstances favorables, ayant profité d'une mission américaine sur le site pour installer notre propre matériel. Cette opération a été réalisée avec le concours efficace de Jacques CALLÉDE alors en affectation hydrologique au DNAEE à Brasília.

Durant la durée du projet, les mesures recueillies par le pluviomètre du Rocher St. Pierre et St. Paul ont été reçues en temps réel par l'INPE et une procédure de traitement a été implantée en utilisant en parallèle les mesures de précipitations de Fortaleza. Ces résultats étaient régulièrement inclus dans la revue mensuelle « *Climanalise* » éditée par l'INPE. L'impossibilité d'accéder au Rocher St. Pierre et St. Paul, et ainsi de procéder à l'entretien nécessaire de la station, a malheureusement fait interrompre définitivement cette transmission de données.

D'autres actions, demandées par des collègues ORSTOM (géologues) ou d'autres instituts français (les services de la météo, l'INFREMER,...) furent confiées à J. SERVAIN durant son séjour à São José dos Campos. Il s'agissait la plupart du temps d'une recherche de documents de télé-détection archivés à l'INPE ou de faciliter des contacts scientifiques.

La collaboration scientifique avec les chercheurs de l'INPE ne donna pas toute l'ampleur désirée et cela en raison d'une mauvaise appréciation des objectifs à atteindre, compte tenu de la carence en moyens informatiques à l'INPE, carence conjoncturelle à la crise économique du Brésil. Pour compenser cette carence il a fallu implanter à l'INPE les outils informatiques développés au préalable en France.

De plus, la participation des chercheurs qui devait constituer la contrepartie scientifique à l'arrivée du chercheur français s'est révélée en partie aléatoire, et un temps précieux a ainsi été perdu au cours de la première moitié du séjour. Il est ainsi révélateur que la seule publication commune (« Atlantic Sea Surface Temperature and Rainfall over Brazil » rédigée par S.H.Franchito, V.B.Rao et J.Servain, et publié dans *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter*, 1988, n° 46, 5-8) résulte d'un travail entrepris durant les six derniers mois du projet avec des chercheurs qui n'en faisaient pas partie.

L'élaboration de deux articles relatant des résultats acquis en France durant les mois précédents le projet a été conduite à l'INPE et ces deux publications figurent comme telles dans l'inventaire des publications de l'INPE (voir les références en fin de dossier).

Malgré les difficultés liées aux moyens informatiques, une chaîne d'acquisition et de traitement des observations de surface sur l'Atlantique tropical a été implantée et rendue quasi opérationnelle. Il faut signaler que cette activité aide à la prévision des anomalies de précision météorologique dans la région du Nordeste. L'insistance auprès de l'INPE pour que cet organisme puisse être relié au réseau de messagerie électronique international OMNET est récompensée et J. SERVAIN, premier correspondant OMNET de toute l'Amérique du Sud, a reçu un prix à cette occasion.

A la fin du projet, en août 1988, la chaîne d'acquisition et de traitement était viable, mais nécessitait encore quelques mois de mise au point. Le programme d'implantation d'un super-ordinateur (du type CRAY) au CPTEC ayant pris un sérieux retard, l'expérience n'a malheureusement pas été poursuivie. Il en résulte que, depuis la mi-1989, le chercheur français envoie mensuellement à l'INPE par la messagerie électronique BITNET et non par le système international OMNET les résultats de ses analyses faites en temps quasi réel. Ces résultats continuent d'être édités dans la revue mensuelle de l'INPE, « *Climanalise* ».

PARTENARIAT ET FORMATION

Il faut mentionner la participation active de J. SERVAIN à :

■ **différentes réunions de travail et coordination :**

- Septembre 1985 : Réunion du CCCO Panel Atlantique (Rio de Janeiro)
- Juillet 1987 : Colloque international sur la variabilité interannuelle de l'Atlantique tropical (São José dos Campos)
- Août 1987 : Réunion préparatoire WOCE pour l'ensemble de l'Amérique du Sud (São Paulo)
- Février 1989 : « université d'été » sur la variabilité du Climat Tropical (Fortaleza)
- Octobre 1990 : « Workshop US-Brazil » sur les interactions climatiques de l'Océan tropical (Fortaleza).

■ **à l'encadrement partiel de thèses :**

de P. NOBRE, de C. UVO et de S. FRANCHITO.

■ **à la réalisation de séminaires :**

à l'« université d'Été » de Fortaleza en février 1989], entre 1985 et 1990 une douzaine de séminaires ont été donnés en divers endroits du Brésil (INPE à SIC et à Natal, USP à São Paulo, Université et FUNCME à Fortaleza,...).

■ **à orienter des stages :**

Invitation en France sur un poste d'accueil de courte durée de Cláudio Solano PEREIRA de l'INPE. La durée de ce séjour fut de 6 mois, de mars à août 1990, avec l'intention de continuer ainsi la collaboration ORSTOM-INPE. C.S. PEREIRA participera au programme de développement d'un modèle opérationnel sur l'Atlantique tropical (le projet OPERA, sous la responsabilité de Jacques MERLE et d'Alain MORLIERE). Cette expérience fut un succès et un article scientifique cosigné par l'ensemble des participants a été rédigé et publié.

LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Ce qu'il conviendrait de faire

Il s'agit en fait de fortifier une coopération avec la composante CPTec de l'INPE. Pour cela, rien ne sera possible au Brésil, tant que le super-ordinateur ne sera pas implanté, et tout ce que cela suppose d'outils informatiques et de liaisons électroniques à haute technologie. A partir de là, la liaison pourra se faire aisément entre le Brésil (INPE à SJC, FUNCME à Fortaleza,...) et la France (Brest, Paris, Toulouse,...) et la communication entre les hommes et les données sera plus efficace. Notre expérience dans le domaine de la modélisation océanique est maintenant reconnue au niveau international : **le fait d'aider le Brésil à acquérir cette expérience ne peut être que profitable à l'ensemble des deux communautés.** Ceci suppose aussi dans un proche avenir l'acquisition et le traitement en temps réel de produits dérivés de mesures satellitaires (ERS1, TOPEX-POSEIDON,...). Là aussi la collaboration entre la France et le Brésil **peut être bénéfique, l'expérience brésilienne en ce domaine étant très honorable.**

Tout ceci suppose à plus ou moins brève échéance le montage de nouveaux projets océanographiques avec l'INPE, projets qui sont en gestation depuis plus de quatre ans et qui auraient pour objet le traitement des mesures satellitaires; la modélisation océanique, la prévision diagnostique de la saison des pluies au Nordeste,... Parallèlement à ces projets l'invitation de chercheurs brésiliens sur poste d'accueil en France devrait se poursuivre et être favorisée.

Un support pour la coopération franco-brésilienne, différent de celui de l'étude des fluctuations du climat tropical, devra aussi trouver sa place dans le projet d'un programme IGBP sur l'Amazonie (IGBP pour International Geosphere Biosphere Program). Ce programme, qui est actuellement en gestation au sein de l'ORSTOM, aura pour objectif d'étudier l'interaction terre-océan entre le bassin amazonien et l'Atlantique tropical. Il devra faire appel à de multiples disciplines (océanographies physique et chimique, sédimentologie, hydrologie, télédétection, modélisation, etc,...) et le Brésil sera **forcément** impliqué dans cette expérience. Le futur navire de l'ORSTOM qui sera particulièrement dédié à l'étude de cette partie de l'Atlantique pourra être utilisé dans des actions communes entre équipes scientifiques françaises et brésiliennes.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

BURTSCHY, B.; SERVAIN, J. 1986. Modélisation statistique de la température de surface de la mer. *Revue de Statistiques appliquées*, XXXV, (3) : 21.

Des séries mensuelles de température océaniques et atmosphériques à l'interface air-mer sont analysées sur une zone de l'Atlantique Nord-Est, proche du plateau continental européen. L'objectif est d'établir la meilleure technique statistique pour prévoir l'évolution de la température de surface de la mer. Les séries temporelles utilisées couvrent les années 1947-1982.

SERVAIN, J.; LEGER, M.D. 1986. Empirical orthogonal function analyses of tropical Atlantic sea surface temperature and wind stress : 1964-1979. *J. of Geophysical Research*, 91 (C12) : 14 181-14 191.

SERVAIN, J.; SEVA, M. 1987. On relation between tropical Atlantic sea temperature, wind stress and regional precipitation indices : 1964-1984. *Ocean-Air Interactions*, (1) : 183-190. *Les données mensuelles du vent et de la température de surface de la mer collectées dans la zone tropicale de l'Atlantique ont été utilisées pour mettre en évidence l'important phénomène d'anomalie climatique qui s'est manifesté entre 1964 et 1984. L'événement dramatique majeur qui a affecté les deux variables vent et mer s'est déroulé en 1983-1984, quelques mois après l'exceptionnelle puissance du phénomène El Niña en 1982-1983. Une analyse statistique associant ces données à des séries de précipitations en Afrique et au Brésil est donnée et discutée.*

DEQUE, M.; SERVAIN J. 1989. Teleconnection between Tropical Atlantic Sea Surface Temperature and Mid latitudes 50 KPs Heights during 1964-1986. *Journal of Climate*, 2 (9) : 929-944.

SERVAIN, J.; SEVA, M.; RUAL, P. 1990. Climatology Comparaison and long-term variation of Sea Surface Temperature over the Tropical Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Resatrch*, vol. 95CV, C6 : 9421-9431

FRANCHITO, S.H.; RAO, V.R.; SERVAIN, J. 1988. Atlantic Sea Surface Temperature and Rainfall over Brazil. *Tropical Ocean-atmosphere Newsletter*, 46 : 5-8.

SERVAIN, J. 1989. Corrélation entre l'Atlantique intertropical et les précipitations du Sahel et du Nordeste. In : « Les hommes face aux sécheresses. Nordeste brésilien, Sahel africain ». B. Bret coord. Coll. « Travaux et Mémoires » IHEAL n° 42, Sér. thèses et Colloques n° 1, IHEAL & EST-Samuel Tastet éd., pp. 203-206.

Afin de préciser la liaison entre les anomalies océaniques de surface et les anomalies du régime de précipitation sur le Sahel africain et le Nordeste brésilien, un fichier pluri-mensuel (1964-1984) du vent et de la température de la surface de la mer sur la partie intertropicale de l'Atlantique a été exploité. Les principaux résultats révèlent fondamentalement une structure méridienne bipolaire avec des corrélations de signe opposé de part et d'autre de l'équateur météorologique.

ÉCOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

ÉTUDE DES MODIFICATIONS ÉCOLOGIQUES LIÉES À L'AMÉNAGEMENT AGRO-SYLVICOLE DE LA FORÊT

Localisation

Département d'écologie de l'Institut national de recherches amazoniennes (INPA)

Chercheur français responsable

Jean-Louis GUILLAUMET, botaniste (1979-1989) ; Maurice LOURD, phytopathologiste (1989-1991) ; Armand CHAUVEL, pédologue (1991-1992)

Membres de l'équipe française à temps complet

Jean-Louis GUILLAUMET, botaniste (1979-1989) puis en mission ; Francis KAHN, botaniste (1980-1984) puis en mission ; Philippe LENA, géographe (1980-1984) ; Françoise GRENAND, ethnolinguiste CNRS (1983-1988) ; Pierre GRENAND, anthropologue (1983-1988) ; Armand CHAUVEL, pédologue (1987-1992), puis en mission ; Jean-Paul LESCURE, botaniste (1987-1993) ; Odile RENAULT-LESCURE, socio-linguiste (1987-1992) ; Maurice LOURD, phytopathologiste (1983-1991) puis en mission ; Laure EMPERAIRE, écologiste (1990-1993) ; Danielle MITJA, écologiste (à partir de 1992) ; Thierry DESJARDINS, pédologue (à partir de 1992) ; S. BAHRI (1987-1988), allocataire de recherche ORSTOM

Équipe française à temps partiel et missions (liste non exhaustive)

Catherine AUBERTIN, économiste ; René BOULET, pédologue ; Guy COUTURIER, entomologiste ; Yves LUCAS, pédologue ; Catherine GRIMALDI, pédologue INRA ; Michel GRIMALDI, pédologue ; Max SARRAZIN, chimiste ; Florence PINTON, socio-économiste, université Paris XII ; Elisabeth RASSE, Véronique BRESSOLLETTE, stagiaires, et de très nombreux missionnaires de l'ORSTOM, du CNRS, de l'INRA en missions de courte durée

Responsables brésiliens coordinateurs du projet

Angelo A. dos SANTOS ; puis Aline de CASTRO et João Batista FERRAZ, chercheurs INPA

Équipe brésilienne (liste non exhaustive)

Aline de CASTRO, INPA, Écologie végétale ; Flavio J. LUIZÃO, INPA, pédologie ; João Batista FERRAZ, INPA, physiologie végétale ; Isolda KOSMANN FERRAZ, INPA, physiologie végétale ; Henrique PEREIRA, étudiant en écologie ; Adauto RIBEIRO, université Roraima, écologie ; Jurandir ALENCAR, INPA, sylviculture ; Ari HIDALGO, botaniste ; Armando KATO, EMBRAPA, sylviculture ; Matsuo KATO, USP, chimie ; Carlos H. FRANCISCAO, botaniste ; Arnaldo CARNEIRO FILHO, INPA, écologiste ; Iliana M.G. SALGADO, Maria COELHO FERREIRA, stagiaires, etc.

Durée du projet

commencé en 1979, en cours en 1993

HISTORIQUE

L'antenne ORSTOM auprès de l'INPA de Manaus a été créée en 1979 à la suite d'un accord signé entre le CNPq et le CNRS. En juin et juillet 1976, une mission du CNRS à laquelle participaient G. MANGENOT, J. CHEVANGEON et J.-L. GUILLAUMET s'était rendue à Belém et Manaus pour se rendre compte du besoin de recherches des organismes brésiliens d'Amazonie et tenter de déterminer les programmes d'écologie forestière liée à l'exploitation. Cette mission a été suivie d'une autre mission conjointe CNRS-ORSTOM à laquelle participaient R. FAUCK et J.-L. GUILLAUMET du 10 au 19 février 1978. Elle a permis d'arrêter le principe d'une collaboration concernant la recherche, la formation et l'échange de publications avec l'INPA, l'ORSTOM représentant le noyau d'affectations permanentes et le CNRS collaborant par des chercheurs en mission. Cet accord fut ratifié en 1981 par la convention générale établie entre le CNPq et l'ORSTOM dont les objectifs étaient les suivants :

- **établir** des collaborations scientifiques et promouvoir des échanges de professeurs, chercheurs et techniciens ;
- **réaliser** des projets de recherche conjoints ;
- **participer** à la formation scientifique par la réalisation de cours, conférences et séminaires ;
- **divulguer** les connaissances acquises par voie de publications et communications scientifiques.

La coopération ainsi établie s'est matérialisée par la mise en place de deux grands programmes de recherche au sein des Départements d'écologie et de biologie aquatique de l'INPA, recherches conduites par des équipes mixtes franco-brésiliennes.

Le grand programme écologie reprenait, dans ses grandes lignes, les thèmes développés en Côte-d'Ivoire dans le cadre du projet Taï (MAB 1). Ainsi, le programme de F. KAHN consistait à conduire une étude des processus de reconstitution de la forêt après coupe et brûlis en Amazonie et d'en comparer les résultats à ceux obtenus en Afrique.

1980 - Une première année difficile

J.-L. GUILLAUMET est le premier chercheur ORSTOM qui arrive à Manaus en 1979. Il y est rejoint par F. KAHN, botaniste, en 1980. L'INPA développait alors un projet d'étude de bassins versants sous couvert forestier avec une série d'expérimentations pour leur mise en valeur. L'équipe française s'y trouva naturellement intégrée. Le terrain était situé à 60 km au nord de Manaus. Toutes les conditions semblaient donc réunies pour que ce projet se déroulât efficacement.

De nombreuses difficultés matérielles apparurent pendant la première année, en particulier le manque de véhicules. Les sorties sur le terrain se comptèrent sur les doigts d'une seule main. Tout en prenant connaissance du milieu par le biais de la bibliographie, les chercheurs français terminèrent quelques rédactions de travaux africains en les enrichissant des premières observations amazoniennes.

Les conditions s'améliorent et le travail commence

Entre temps, l'INPA avait signé une convention avec la compagnie brésilienne Eletronorte qui construisait alors le gigantesque barrage hydroélectrique de Tucuruí. Cette riche compagnie finançait un vaste programme d'étude des forêts qui allaient être noyées par la fermeture du barrage (quelque 2 500 km²). L'équipe française s'associe alors à une équipe brésilienne qui analysait la composition floristique, les phytomasses et la dynamique de ces forêts. La

méthode interdisciplinaire qui avait été élaborée en Côte-d'Ivoire pour l'analyse de la dynamique des végétations forestières pouvait être testée en Amazonie.

A partir de 1981, de nombreuses missions de terrain, toutes financées par le Brésil, permettent à F. KAHN de réunir une quantité de données qui ont débouché sur la réalisation de sa thèse de doctorat d'État, soutenue en 1983. En 1982, intéressé par les résultats obtenus sur les palmiers, l'INPA proposa à F. KAHN de réorienter son programme et de se consacrer à plein temps à l'étude de ces plantes. L'arrivée à l'INPA d'Aline de CASTRO, chercheur brésilien, spécialiste de monocotylédones, qui venait de terminer sa thèse au laboratoire de botanique tropicale de Montpellier, renforça naturellement les recherches sur les palmiers brésiliens.

J.-L. GUILLAUMET est le chef de la mission ORSTOM auprès de l'INPA. Philippe LENA, géographe rejoint l'INPA en 1980, mais sera ensuite affecté à Belém. A partir de 1983, l'équipe française se renforce et le projet prend sa vitesse de croisière. Françoise et Pierre GRENAND, anthropologues et Maurice LOURD, phytopathologiste, arrivent en 1983. Ils sont suivis en 1987 de Armand CHAUVEL, pédologue, de Jean-Paul LESCURE, botaniste et de Odile RENAULT-LESCURE, sociolinguiste. Vont se succéder ensuite, Laure EMPERAIRE, botaniste, en 1990 ; Danielle MITJA, écologiste et Thierry DESJARDINS, pédologue, en 1992. S. BAHRI et Stéphanie BORDES, allocataires de recherche vont apporter leur concours à l'équipe pour quelque temps.

En dehors de l'appui financier du CNPq et de l'INPA, le projet a pu bénéficier de ressources substantielles de différentes sources françaises et internationales (projet CEE pluridisciplinaire d'étude de l'île do Careiro, projet sur l'étude des systèmes agropédologiques du MRT français, UNESCO, etc.) et du concours de nombreux missionnaires.

OBJECTIFS

Des objectifs ambitieux à la mesure de la complexité du milieu d'étude

Les principaux objectifs spécifiques de ce grand projet sont les suivants :

- a) **améliorer la compréhension du fonctionnement** du milieu naturel, considérant les paramètres biotiques et abiotiques ;
- b) **identifier et décrire les modifications** du milieu sous l'action de l'homme, lesquelles comprennent l'exploitation, la transformation et leurs conséquences ;
- c) **appliquer les connaissances** écologiques acquises à l'aménagement rationnel du milieu forestier.

Les recherches effectuées en écologie terrestre et qui sont relatées ici, visent à la connaissance des caractéristiques de base du milieu amazonien en relation avec :

- **les aspects biotiques** (végétation et faune, secondarisation des formations naturelles et ses conséquences) **et abiotiques** (sols, climat, hydrologie) ;
- **les modifications provoquées par l'homme**, surtout au niveau des systèmes de production traditionnels, et leurs effets sur le milieu naturel ; l'utilisation, la perception et l'occupation de l'espace par l'homme, en fonction de l'origine des populations et de leur patrimoine culturel. Pour cela, ces recherches se réalisent dans trois types de milieux représentatifs de l'Amazonie : les écosystèmes de terre ferme, les écosystèmes de forêts inondées en eaux noires (« iguapo ») et les écosystèmes de terres inondées en eaux blanches (« várzea »), les deux derniers comprenant les zones sujettes à inondations saisonnières, ainsi que le milieu aquatique et la terre ferme adjacents.

LES DIFFÉRENTES LIGNES DE RECHERCHE

Un large éventail de lignes de recherche

Afin de répondre aux objectifs proposés, les lignes de recherche développées dans ce projet abordent et tentent de recouvrir les domaines de l'écologie, de la botanique, de la zoologie, de la pédologie, de l'hydrologie, de la phytopathologie, de l'ethnobotanique, de l'ethnologie et de la linguistique.

Ces lignes de recherche comprennent :

a) l'étude du milieu naturel

- étude de la végétation naturelle du point de vue de la typologie morphostructurelle et floristique, de la structure quantitative, de la dynamique et de la productivité ;
- étude de la production de litière et de matière organique ; inventaire, biologie et écologie de la faune du sol et des invertébrés aquatiques des rivières de forêt ; ressources et cycle des nutriments entre ces organismes et le milieu ;
- étude des propriétés physiques et chimiques des sols, de la biogéodynamique des sols et du bilan hydrique.

b) l'étude de l'utilisation du milieu, des modifications provoquées par l'homme et des conditions de l'équilibre des systèmes anthropogéniques :

- études de la perception du milieu par l'homme et des stratégies d'occupation de l'espace en insistant sur les aspects ethnolinguistiques ;
- étude des systèmes d'utilisation du milieu par l'homme par l'inventaire et la description de la structure, de la composition et de la productivité de différents types d'utilisation traditionnelle : extractivisme divers (explication de ce terme référence n° 110 de la bibliographie en fin de dossier), abattis, vergers, chasse et pêche, dans diverses conditions de milieu, d'origine et de tradition culturelle, en insistant sur l'utilisation de la diversité spécifique ;
- études comparatives des caractéristiques écologiques de ces systèmes : production de litière, variation de la nappe phréatique et de l'humidité du sol, énergie lumineuse, faune et fertilité du sol ;
- évaluation des risques de parasites et ravageurs des cultures en commençant par l'inventaire des maladies d'origine cryptogamique et des insectes ravageurs ; étude de l'épidémiologie et de l'écologie des champignons phytopathogènes du sol dans différents systèmes naturels et cultivés ; évaluation de l'équilibre entre insectes ravageurs et plantes cultivées, de la variation de la faune entomologique en fonction des traitements agricoles et en relation avec les plantes natives.

c) l'étude des processus de reconstitution du milieu après intervention humaine :

- description des successions secondaires, du point de vue de la structure morphologique, quantitative et floristique, de la réorganisation du sol, de la reconstitution de la fertilité, des modifications de la diversité des faunes du sol et des rivières.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

L'importante quantité de résultats obtenus dans un projet de cette envergure, qui a bénéficié des apports de très nombreux chercheurs de disciplines variées durant plus de douze années est telle, que ces résultats seront exposés dans les résumés qui suivent. Les numéros de

référence renvoient à la liste bibliographique située à la fin du dossier. Dans cette liste, qui regroupe les principaux articles, communications en congrès ou colloques et rapports scientifiques, quelques publications importantes sont suivies d'un bref résumé.

a) Étude du milieu naturel

Les études générales sur la forêt dense ombrophile (19, 31, 42), et sur la végétation en différents points d'Amazonie, en forêt dense (25) et en « várzea » (95, 104), mettent en évidence les caractéristiques physiologiques des différents milieux.

L'analyse de la structure et de la dynamique de la végétation et la description floristique en forêt dense ombrophile (18, 20, 25, 57, 90, 93, 94) montrent l'homogénéité structurale des peuplements en fonction de leur position le long des toposéquences, et mettent en évidence les différences structurales et floristiques des formations végétales selon le type de sols, sols à drainage vertical du type latosols, sols à drainage superficiel et latéral du type podzolique et sols mal drainés hydromorphes. Sur une île de « várzea », 12 formations végétales ont été identifiées, en relation avec la topographie et l'hydromorphie, allant des prairies inondées aux forêts de « várzea » (98).

La description, la biologie, la distribution et la densité spécifique des palmiers en forêt dense ombrophile (23, 24, 25, 26, 27, 28, 106, 107, 108) montrent que cette famille de plantes est un indicateur des différents types de sols et caractérise les différents types de formations végétales. La densité et la distribution spatiale de cinq espèces de palmiers dans un thalweg de forêt de terre ferme ont été analysées par des méthodes statistiques, montrant des répartitions en gradients hydromorphiques (57).

La structure et la dynamique des systèmes racinaires, la croissance des racines en relation avec la production de litière, la distribution des racines et des êtres vivants dans le sol (9) indiquent, entre autres résultats, que racines et organismes se situent, dans une forêt non perturbée, essentiellement dans les premiers 40 cm du sol.

Ces études sont complétées par les résultats obtenus sur la production de litière et la décomposition de la matière organique en forêt dense ombrophile et en forêt secondaire (40, 41) ; l'inventaire, la biologie et l'écologie de la faune dendrophile (1, 13) ; l'écologie de la faune du sol (9, 52, 88) ; l'inventaire, la biologie et l'écologie des chauves-souris frugivores disséminatrices de semences (42) et la fructification et la dispersion des semences du genre *Cecropia* (48).

Les études de la structure et des propriétés chimiques et physiques des sols (3, 6, 7, 11, 41, 51, 116, 118) et les études de pédogénèse et de la biogéodynamique des sols (2, 5, 8, 10, 39, 51, 58, 59, 61, 84) mettent en évidence les transformations qui affectent les couvertures pédologiques dans le temps et dans l'espace, compte tenu de l'évolution des conditions hydrodynamiques au cours des saisons, dans les conditions naturelles et après déforestation. Ces études indiquent également les variations biotiques existantes entre les horizons pédologiques.

D'autres études concernent la climatologie, l'hydrologie et la géographie physique en milieu naturel de « várzea » (99, 100, 101). Dans le même milieu, les processus de succession primaire ont été étudiés, montrant deux types de processus : l'un sur les berges d'eau vive, caractérisé par la présence d'arbres pionniers, l'autre dans les lacs intérieurs caractérisés par la présence de prairies aquatiques. L'évolution ultérieure conduit à une forêt dense sur alluvions dans le premier cas et à des « chavascas » dans le second (105).

b) Étude de l'utilisation du milieu et des modifications provoquées par l'homme

Les études sur l'occupation de l'espace et les pratiques agricoles employées cherchent à

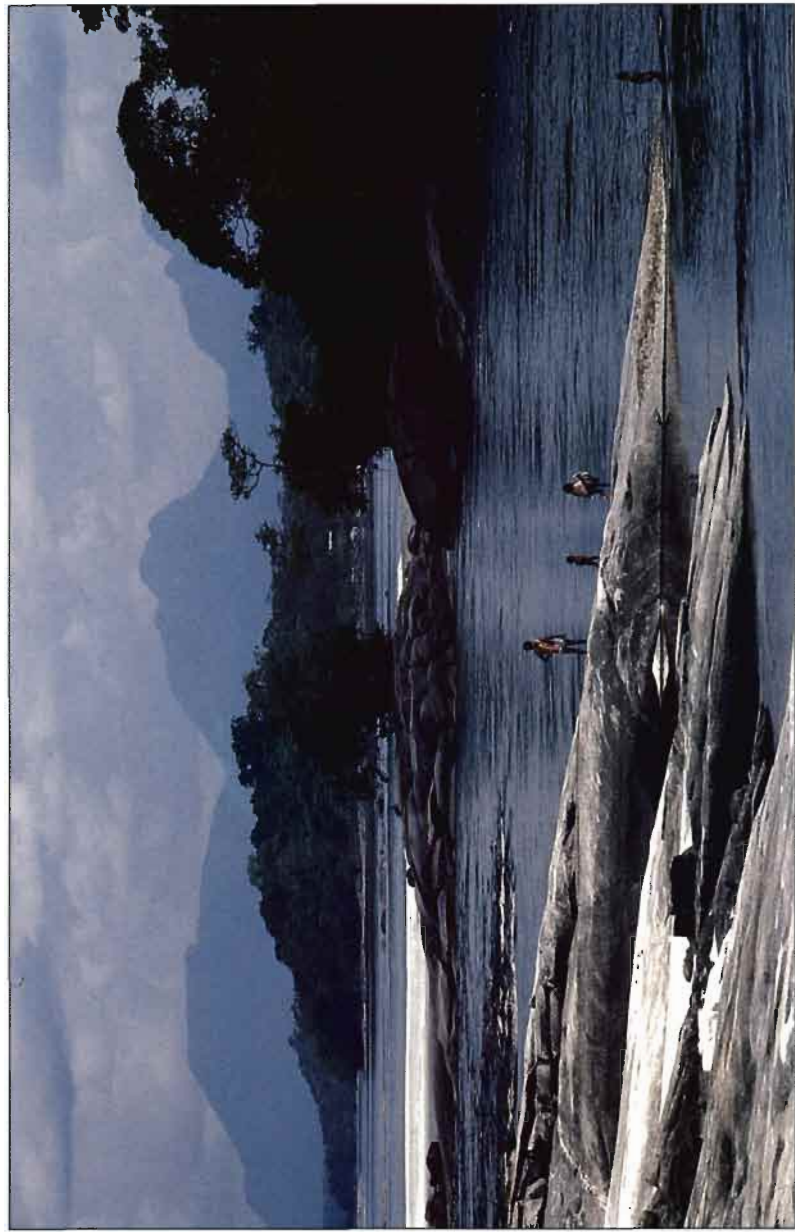
comparer l'utilisation du milieu par l'homme dans les zones d'eaux noires, les zones d'eaux blanches et la terre ferme (15, 21, 29, 46, 49, 67, 68, 69, 91, 98, 102). L'analyse historique du peuplement et des pratiques agricoles permet d'éclairer de nombreux aspects de cette étude (63, 64, 102).

La compréhension des perceptions et conceptions du milieu naturel et du milieu culturel par l'homme amazonien est recherchée par des études d'ethnolinguistique (16, 17, 43, 47, 64, 65, 89). Ces études traitent aussi de l'impact du contact et des migrations sur la situation de plurilinguisme caractéristique des populations détribalisées et de ses effets sur la représentation du milieu. Ces travaux s'intègrent aux études sur la végétation en faisant l'inventaire de la terminologie populaire amazonienne des formes de végétation et des plantes natives, comparée à la terminologie scientifique (64, 66, 89).

Les études sur la structure, la composition (diversité spécifique) et la productivité des types de culture et d'agriculture traditionnels amazoniens, sont étroitement liées aux études précédentes. Dans ce cadre des observations ont tout d'abord été réalisées sur les plantes domestiquées en Amazonie, les processus de domestication initiés par les indigènes et poursuivis encore aujourd'hui par les populations caboclas ; sur les plantes natives d'intérêt économique : alimentaires, médicinales et à usages variés ; sur l'importance relative des activités purement agricoles et l'extractivisme (21, 32, 46, 50, 62, 66, 67, 68, 69, 95, 97, 110). Ensuite, les recherches ont été diversifiées et étendues à d'autres zones de « várzea » et de terre ferme (haut Rio Negro, rio Madeira) et à d'autres plantes d'intérêt économique comme la noix du Brésil, le cumaru, les palmiers piassava et javari. Des études plus approfondies portent sur le bilan énergétique d'une communauté amazonienne dont l'économie s'articule autour de la production du manioc et la collecte de la noix du Brésil (travaux de L. EMPE-RAIRE, J.-P. LESCURE, H. PEREIRA et M. SARAGOUSSI).

Concernant les transformations de la couverture pédologique, des études ont été réalisées sur la porosité du sol, sous couvert forestier et après déforestation mécanique, afin d'observer les effets de cette dernière sur la capacité de rétention en eau (59, 111, 112, 115, 116). Les études de la fertilité des sols dans les vergers de l'île de Careiro montrent que les concentrations en calcium, magnésium et potassium présentent des variations sensibles en fonction des fluctuations saisonnières du niveau des eaux. Les déficiences en azote sont, pour une part, liées à la faible teneur en matière organique de ces sols de « várzea » (53). Quant à l'influence de l'activité humaine sur la faune tellurique, il est montré que la mise en culture entraîne des déséquilibres dans les populations animales qui ont pour conséquence la disparition de certains groupes (86, 87, 88). Les variations saisonnières de la biomasse microbienne en relation avec le cycle de l'azote, présentent des différences significatives entre la forêt naturelle, les zones déforestées puis brûlées et les zones sous cultures, en terre ferme.

Viennent compléter ce chapitre consacré aux résultats, les données d'inventaires de maladies et ravageurs des plantes cultivées dans la région de Manaus (4, 12, 30, 33, 34, 38, 54, 55, 56, 70, 72, 73, 80, 83, 85, 93). Les études sur l'écologie et l'épidémiologie des champignons du sol ont pour objectif de déterminer des effets de la déforestation et de la mise en culture sur les maladies d'origine tellurique. Les principaux résultats portent sur la situation sanitaire des sols de terre ferme et des sols de « várzea » sous différents types de cultures. Le potentiel infectieux des sols contaminés par *Pythium* a été quantifié et son évolution suivie sous cultures et en fonction de différents paramètres comme le pH, les apports en matières organiques, etc. L'étude de la réceptivité des sols aux *Pythium* a permis de révéler l'existence de sols naturellement résistants au pathogène. Les travaux en cours portent sur la



São Gabriel da Cachoeira, Amazonie centrale
(Cliché COLLART-ODINETZ, Manaus, AM)

nature de cette résistance et les moyens de la maintenir, ou la restaurer, dans les sols cultivés afin de limiter l'impact des maladies à *Pythium* [5, 36, 37, 74, 75, 7677, 78, 79, 81, 82, 104].

c) Études de la reconstitution du milieu après intervention humaine

Ces études ont permis de définir les aspects morphologiques, quantitatifs et floristiques des végétations secondaires et de décrire les processus de succession secondaire [2].

Des résultats plus ponctuels, obtenus au moyen de tests de germination de différentes espèces pionnières, montrent que, contrairement à des idées généralement admises, leur pouvoir germinatif est très court et que le rôle des agents disséminateurs est d'une importance primordiale pour la maintenance du stock séminal des sols [48].

Les conclusions du projet financé par le MRT français, « **Étude du fonctionnement de systèmes agropédologiques en milieu équatorial (Amazonie brésilienne) et de leurs transformations sous l'effet de la déforestation et de la mise en valeur** » résument les acquis importants obtenus. L'intervention de l'homme provoque, au niveau du sol, des changements qui affectent en premier lieu le système poral, lequel détermine à la fois tous les transferts d'eau, d'éléments en solution et de gaz et, par voie de conséquence, l'activité biologique et l'ensemble du fonctionnement. Il en résulte des perturbations très fortes du fonctionnement du système pédologique qui évolue alors vers de nouveaux états, les plus satisfaisants semblent être ceux qui se rapprochent du système initial forestier. Les pâturages, qui suivent la déforestation, ne peuvent maintenir leur pérennité, dans les conditions de gestion propres aux « fazendas », au delà de 6 à 8 ans en Amazonie centrale. On peut considérer que le système fonctionne de nouveau bien lorsqu'il est capable de recycler de manière permanente, comme le fait la forêt primitive, la quasi-totalité des apports (litière et fertilisants) qui sont alors repris par la production primaire. Cette situation semble être atteinte dans une plantation de palmier à huile dont le sol est recouvert par une légumineuse du type *Peruvia*. Les résultats acquis orientent les techniques agronomiques à mettre en œuvre lors de la déforestation, ou après celle-ci, pour récupérer des sols dégradés. Alors que, jusqu'à maintenant l'accent avait été mis sur la pauvreté chimique des sols amazoniens, il a été montré que ces techniques doivent viser, en priorité, au maintien de bonnes propriétés physiques du sol. Les moyens biologiques tels que l'emploi de légumineuses à enracinement colonisateur et la prolifération de vers de terre, semblent constituer des aides efficaces pour reconstituer le milieu après défrichement [111, 112, 115, 116].

D'autres études, enfin, ont permis de connaître la réorganisation du sol et de la matière organique sous végétation secondaire [41, 58, 113, 114, 118, 119].

ACTIVITÉS LIÉES À LA FORMATION DES RESSOURCES HUMAINES

Conférences et séminaires

CHAUVÉL A. - « Métodos de estabilização de solos tropicais para a pavimentação de ruas e estradas ». Séminaire de l'Amazonie, INPA, e 6^e BEC/Prefeitura de Manaus, 1989.

CHAUVÉL A. - « Organização e dinâmica da cobertura pedológica na região norte de Manaus. Séminaire de l'Amazonie », INPA, Manaus, 11-08-1987.

GUILLAUMET J.-L. - « A vegetação de Madagascar ». 30-09-80, séminaire de l'Amazonie, INPA, Manaus, AM.

- GRELAND F. - « A lingua geral no português actual ». 16-06-87, séminaire de l'Amazonie, INPA, Manaus, AM.
- GRELAND P. - « Farmacopeias indígenas na Guiana francesa ». 09-06-87, séminaire de l'Amazonie, INPA, Manaus, AM.
- GRELAND P. - « Iniciação a ecologia humana ». 24 à 28-08-87, séminaire, V^e semaine de Biologie d'Amazonas, CABIO/ABIAM, Univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LESCURE J.-P. - « Alguns instrumentos matemáticos para análise das estruturas espaciais em floresta tropical úmida ». 22 e 25-03-88, Departamento de Ecologia, INPA, Manaus, AM.
- LESCURE J.-P. & CASTRO, A. de - « Aplicação de alguns métodos estatísticos para o estudo da distribuição espacial da vegetação », 04-89, séminaire de l'Amazonie, INPA, Manaus, AM.
- LOURD M. - « A cultura da mandioca na Amazônia ». 14-04-81, séminaire de l'Amazonie, INPA, Manaus, AM.
- LOURD M. - « O potencial infeccioso dos solos infestados por *Pythium* na região de Manaus ». 11-87, séminaire du Département de sciences agronomiques, INPA, Manaus.
- LOURD M. - « Os fungos fitopatogênicos do solo como indicadores dos agro-ecossistemas. Exemplo do *Pythium* nos solos da região de Manaus ». Séminaire de l'amazonie, INPA, 06-89.

Cours

- CHAUVEL A. - Cours : « Elementos de pedologia », dans le cadre de la discipline « ECO-39 : Ecologia Vegetal », 16-03-88 (8 horas), Resp. : Dra. A. de Castro, post-graduation en biologie-écologie, INPA/Univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- CHAUVEL A. - Cours de spécialisation en sciences du sol, 1991-92 (15 heures), post-graduation en biologie-écologie, INPA/Univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GRELAND F. - Cours : « Antropologia cultural I » et « Antropologia cultural II », février 1986 à juillet 1988 (120 heures), post-graduation en éducation, univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GRELAND P. - Cours : « Etnociências e ecologia humana na Amazônia », 15-05 à 15-08-87 (90 heures), post-graduation en biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GRELAND P. - Encadrement de stage : « Ecologia humana de campo », dans la zone indigène Waimiri-Atroari (village de Maré, Pataua, Curiau), 5 étudiants, 20 à 29-06-87, post-graduation en biologie-écologie INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GRELAND P. - Cours : « Seminarios de area », 2^e semestre 1986 (15 heures), post-graduation en biologia-ecologia, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.-L. - Cours : « Ecologia experimental », 1980-1981 (150 heures), post-graduation en biologia-ecologia, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.-L. - Cours : « Ecologia experimental », 2^e semestre 1982 (150 heures), prof. responsable avec la collaboration de F. KAHN, A.A. dos SANTOS et A. de CASTRO, post-graduation en biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.-L. - Cours : « Formações vegetais na America e Africa tropicais : comparações fisionômicas e florísticas », 17-28-03-88 (16 heures), post-graduation en biologia-ecologia, INPA/Univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.-L. - Cours : « Fitogeografia », 1^e semestre 1984 (120 heures), post-graduation en sciences biologiques-botanique, INPA/Univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.-L. - Cours : « Fitogeografia », 2^e semestre 1988 (120 heures), post-graduation en sciences biologiques-botanique, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.

- KAHN F. - Cours : « les adaptations chez les plantes supérieures », niveau doctorat et maîtrise, 1984, (6 crédits, une quinzaine d'étudiants), INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- KAHN F. - Cours : « Tópicos especiais : introdução a uma epistemologia das ciências da vegetação », 12 à 30-11-88 (45 heures), post-graduation en biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LESCURE J.-P. & CASTRO A. de - Cours : « Bioclimatologia », « Estrutura florestal e métodos de estimativa de biomassa », « Balanço geoquímico », « Formas de regeneração e espécies pioneiras em floresta tropical úmida », 2-3-03-88, 27-28-04-88, 11-12-05-88, 8-9-06-88 (32 heures), post-graduation en biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LESCURE J.-P. ; CASTRO A. de & GUILLAUMET J.L. - Encadrement de stage (cours pratique) sur : « Ecologia vegetal de campo », à la réserve de la Campina INPA, sur le thème « Parâmetros estruturais e florísticos na transição campina-campinarana-floresta », 15 étudiants, 16 à 21-05-88, post-graduation en biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LESCURE J.-P. ; CASTRO A. de ; FERRAZ J. & FERRAZ I. - Cours : « Ecologia vegetal » (120 heures), janv.-juin 1990, post-graduation en biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LOURD M. - Cours : « A resistência genética das plantas às doenças », (4 heures) 1986) e (8 heures) 1988, post-graduation en sylviculture, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LOURD, M. Cours « Fitopatologia geral e aplicada às culturas tropicais » (30 heures). octobre 1991. post-graduation en agronomie. univ. do Pará, Belém.
- RENAULT-LESCURE O. - Cours : « O Galibi, lingua Karibe : brève apresentação do dialeto falado na Guiana Francesa e no Brasil (Elemento de fonologia ; tipos de enumeração) », cours intensif de linguistique indigène, juillet 1988, MPEG/CNPq/MCT/UFGA, Belém, PA.
- RENAULT-LESCURE O. - Cours : « Linguística indigène, Educação », Département d'Éducation de l'université d'Amazonas, cours de Mestrado, univ. do Amazonas, Manaus, AM, 1988-1989.
- RENAULT-LESCURE O. - Cours : « linguística », universidade do Amazonas/SECUC, Manaus, AM, 1988-1989.

Orientation de thèses et encadrement de stages

- GUILLAUMET J.L. - **Mestrado de Maria José dos REIS** : « Estudo preliminar sobre o crescimento de raízes superficiais de uma floresta de terra firme da Amazonia central. Relação com a precipitação e a queda de litter », 1985, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.L. - **Mestrado de Manoela Ferreira Fernandes da SILVA** « Produção anual de serrapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme na área do Rio Tocantins », 1982, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.L. - **Doctorat de Manoela Ferreira Fernandes da SILVA** : « Aspectos fitossociológicos, florísticos, fisionômicos e geobotânicos da vegetação que cresce sobre canga hematítica em Carajás-PA », 1989, Botânica, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- GUILLAUMET J.L. - **Mestrado de Lucia Maria de Alencar MAIA** : « Aspectos fitossociológicos de lianas em mata de terra firme, Manaus, -AM », 1990; Botânica, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.
- LESCURE J.-P. - **Mestrado de Henrique PEREIRA** : « Agricultura e extrativismo na Amazonia central ; exemplo da comunidade Cocama de Barreira da Missão, Tefé, Amazonas. » en phase de rédaction, post-graduation de biologie-écologie, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.

LOURD M. - **Mestrado de regina Celi LUIZÃO** : « Variações temporais da biomassa microbiana e aspectos da ciclagem do nitrogênio em solos de floresta natural e de sistemas manejados na Amazônia Central », 31-03-89, INPA/univ. do Amazonas, Manaus, AM.

LOURD M. - Orientation de monographie de fin d'études d'ingénieur agronome, univ. do Amazonas, faculté d'agronomie, Manaus, AM, 5 étudiants de 1983 à 1990.

LOURD M. - Orientation de stages des élèves de l'Ecole technique d'agriculture, 18 stagiaires en 6 ans. Techniques de laboratoire en phytopathologie.

CONCLUSIONS

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Dynamisme des équipes et réussite du projet pluridisciplinaire interinstitutionnel

Les très nombreux résultats scientifiques de haut niveau obtenus et l'importance de l'effort de formation à la recherche par la recherche et l'enseignement sont les preuves du dynamisme des équipes impliquées et de la réussite de ce projet pluridisciplinaire. Ces résultats, et les connaissances acquises sur les facteurs du milieu, sur les composants et le fonctionnement des écosystèmes naturels et des systèmes agro-sylvicoles et pastoraux issus de leur mise en valeur débordent largement les 3 800 000 km² de région amazonienne brésilienne pour couvrir toute la forêt amazonienne qui s'étend sur 5 800 000 km² et est présente dans huit autres pays de l'Amérique du Sud. L'ampleur du travail réalisé justifie pleinement la très large collaboration interdisciplinaire et interinstitutionnelle tant brésilienne (CNPq, INPA, EMBRAPA, CENA/USP, universités du Nord et du Sud du pays), que françaises (ORSTOM, INRA, CIRAD, CPB/Nancy etc.) et étrangères, dans le cadre de grands programmes fédérateurs.

L'effort est à la mesure de l'enjeu de la compréhension et du développement de cette immense région qui est au cœur du grand débat international sur l'environnement, débat dans lequel, depuis la Conférence de la CNUED à Rio de Janeiro en juin 1992, la société civile toute entière s'est interposée entre les scientifiques et les politiques. L'écosystème forestier amazonien reste encore mal connu. Le besoin d'informations sûres concernant l'inventaire, le fonctionnement, la disponibilité des ressources ainsi que les contraintes et modifications qui sont liées aux formes de l'utilisation de cet écosystème est grand. L'effort entrepris ne doit pas être ralenti et un réquisitoire pour une présence renforcée de l'ORSTOM en Amazonie est présenté dans le chapitre sur la coopération de cet ouvrage.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Les références bibliographiques présentées ci-dessous et numérotées de 1 à 120 concernent les travaux publiés jusqu'en 1991. Elle a cependant été augmentée de quelques titres importants collectés ultérieurement.

- 1) AMEDEGNATO, C. ; DESCAMPS, M. 1982. Dispersal centers of the Amazonian acridids. *Acta amazônica*, 12 (1) : 155-166.
- 2) BOULET, R. ; CHAUVEL, A. ; LUCAS, Y. 1984. Les systèmes de transformation en pédologie. Livre jubilaire du cinquantenaire, *Ass.Fr.Et.Sols* : 167-180.

- 3) LUCAS, Y. ; CHAUVEL, A. ; BOULET, R. ; RANZANI, G. ; SCATOLINI, F. 1984. Transição latosolo-podzolo na região de Manaus, Amazônia. *Rev. bras. Ciên. Solos*, B (3) : 325-335.
L'article expose les résultats d'une étude morphoanalytique de la transition latosol-podzol en Amazonie centrale. Sur des sédiments continentaux détritiques (formation Barreiras), s'observe un paysage de bas plateaux reliés aux fonds des vallées par des surfaces intermédiaires. Les latossols jaunes argileux occupent les plateaux tandis que toutes les transitions entre latosols et podzols sableux sont observées sur les surfaces intermédiaires. L'ensemble des données met en évidence une relation étroite entre les processus de pédogénèse et de morphogénèse qui interviennent dans le paysage.
- 4) BURCKHARDT, D. ; COUTURIER, G. 1988. Biology and taxonomy of *Tuthillia cosnata* (Homoptera Psyllodea), a pest of *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), *Annales soc. Ent. Fr.*, 24 (3) : 257-261.
- 5) CHAUVEL, A. 1981. Contribuição para o estudo da evolução dos latossolos amarelos, distróficos, argilosos na borda do platô, na região de Manaus : mecanismo da gibbsitização. *Acta amazonica*, 11(2) : 227-245.
Cette première publication sur l'Amazonie porte sur le type de sols le plus représentatif de la région nord de Manaus, qui occupe les bas plateaux. Elle insiste plus particulièrement sur leurs caractéristiques morphologiques et sur leur composition chimique et minéralogique. L'interprétation de ces données attribue un rôle déterminant à la circulation de l'eau et à l'activité de la faune et de la flore.
- 6) CHAUVEL, A. 1982. Os latossolos amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta amazônica*, 12 (3) : 47-60.
L'étude comparative des mêmes latossols situés sous forêt primaire, sous capoeira (forêt secondaire) et sous culture mécanisée, met en évidence des différences importantes qui portent principalement sur la porosité et sur les indices de l'activité biologique. On constate par ailleurs que la plus grande partie des éléments nutritifs de ces sols se trouve sous des formes non directement échangeables ou assimilables.
- 7) CHAUVEL, A. ; BOULET, R. ; GODON, P. ; WOROU, S. ; LUCAS, Y. 1987. Environmental characterization of Acid Tropical Soils. Management of Acid Tropical Soils for improved Agricultural Production. Inaugural Workshop, Brasília (1985), IBSRAM Proceedings, M. Latham ed.
- 8) CHAUVEL, A. ; BOULET, R. ; JOIN, P. ; BOCQUIER, G. 1983. Aluminium and iron oxyhydroxide in nodules of latosols developed on tertiary sediments (Barreiras group), near Manaus (Amazon Basin)]. *Brazil. II. Int. Sem. on laterisation Processes*, Melfi, A.J. & Carvalho A. eds., pp. 507-526. IAG-USP, São Paulo, SP.
L'analyse morphologique, microscopique et ultramicroscopique d'une coupe de route, en allant de la roche-mère jusqu'à la surface d'un latosol de plateau, permet de distinguer trois ensembles : inférieur, à structures sédimentaires conservées, médian nodulaire, et supérieur meuble. On constate que les nodules gibbsitiques et ferrugineux s'individualisent en place par l'effet de transformations minéralogiques et structurales qui, partant du sédiment Barreiras donnent naissance au matériel parental du sol ; ils se dégradent ensuite au sein des structures pédologiques des horizons meubles.
- 9) CHAUVEL, A. ; GUILLAUMET, J.L. ; SHUBART, H.D.R. 1987. Importance et distribution des racines et des êtres vivants dans un latosol argileux sous forêt amazonienne. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 24 (1) : 19-48.
Le maintien de l'efficacité d'un écosystème forestier dystrophe amazonien apparaît dépendant de la distribution des racines et des êtres vivants du sol qui assurent l'essentiel du recyclage des éléments nutritifs.
- 10) CHAUVEL, A. ; LUCAS, Y. ; BOULET, R. 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil in the dynamics of the Amazonian terra-firme forest, *Experientia*, 43 (3) : 234-240 ;

La dynamique de la forêt, dans la région Nord de Manaus, est étroitement liée à celle des sols. Les latosols argileux à drainage vertical, qui couvrent les plateaux, supportent la forêt dense. Ils sont en équilibre dynamique et évoluent par descente géochimique dans le matériel originel. Sur les versants, l'apparition d'une composante latérale de circulation des solutions du sol explique le développement d'un système de transformation appauvrissant puis podzolisant progressant de l'aval vers l'amont. Cette transformation se manifeste par l'évolution latérale de la couverture végétale qui devient de plus en plus ouverte puis limitée à des arbustes et lichens.

- 11) CHAUVEL, A. ; SOUBIES, F. ; MELFI, A.J. 1983. Cases of structure formation in ferrallitic soils developed on different rocks types in the intertropical zone of Brazil : mineralogical and physiochemical aspects. *Sci. Geol.*, 2 (72) : 37-46.
- 12) COUTURIER, G. 1988. Alguns insetos do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal var. *sessiliflorum* Dunal, Solanaceae) na região de Manaus, AM. *Acta amazônica*, 18 : 93-103.
- 13) DESCAMPS, M. 1981. La faune dendrophile néotropicale. VI. Diagnoses génériques et spécifiques d'*Acridoidea* de la région de Manaus. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 17.
- 14) FOLDI, I. 1988. Nouvelle contribution à l'étude des cochenilles de l'Amazonie brésilienne (*Homoptera* : *Coccoidea*). *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 24 (1) : 77-87
- 15) GRENAND, P. 1987. Les systèmes agricoles traditionnels en Amazonie. In : Connaissance du milieu amazonien. Actes du séminaire. 15 et 16 octobre 1985, Paris. Coll. Colloques et Séminaires ORSTOM, pp. 131-136.
- 16) GRENAND, F. ; GRENAND, P. 1987. La côte d'Amapa, de la bouche de l'Amazone à la baie d'Oyapock à travers la tradition orale Palikur. *Bol. Museu Paraense E. Goeldi*, 3 (1) : 78 p.
- 17) GRENAND, F. ; EPAMINONDAS, E. 1989. Pequeno Dicionário de lingua geral. SEDUC, Série Amazonas-Cultura regional, 6, 295) p.
- 18) GUILLAUMET, J.-L. 1987. Some structural and floristic aspects of the forest. In : The dynamics of the Amazonian terra-firme forest. *Experientia*, 43 (3) : 241-251.
- 19) GUILLAUMET, J.-L. 1987. Présentation. In : Connaissance du milieu amazonien. Actes du Séminaire. 15 et 16 octobre 1985. PARIS. Coll. Colloques et Séminaires. ORSTOM, pp. 3 9.
- 20) GUILLAUMET, J.-L. ; KAHN, F. 1982. Structure et dynamique de la forêt. *Acta amazônica*, 12 (Sup. 4) : 61-77.
- 21) GUILLAUMET, J.-L. ; GRENAND, P. ; GRENAND, F. ; BAHRI, S. ; LOURD, M. ; SANTOS, A.A. dos, GELY, A. 1990. Les jardins-vergers familiaux d'Amazonie centrale. *Turrialba*, 40 : 63-81.
- 22) KAHN, F. 1982. La reconstitution de la forêt tropicale humide (Sud-Ouest de la Côte-d'Ivoire). Ed. ORSTOM, Collection Mémoires, Paris, n° 97, 150 p. (chap. 5 : Le schéma ivoirien est-il généralisable ? - Amazonie brésilienne).
- 23) KAHN, F. 1986. Les palmiers des forêts tropicales humides du bas Tocantins (Amazonie brésilienne). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)* 41 : 3-13.
Il s'agit du premier inventaire de palmiers, incluant les nombres de genres, d'espèces et d'individus, qui fut réalisé dans les forêts de l'Est amazonien, dans dix stations réparties le long du bas Tocantins, cumulant une surface de 10, 56 hectares.
- 24) KAHN, F. 1986. Life forms of Amazonian Palms in relation to forest structure and dynamics. *Biotropica*, 18 (3) : 214-218.
Illustration d'un exemple d'adaptation chez les palmiers en relation à la dynamique forestière. Les espèces à grandes feuilles et à stipe souterrain sont particulièrement abondantes dans les forêts domi-

nées par de petits arbres, dont la voute est dense et continue. Elles sont peu nombreuses voire absentes des forêts dominées par de très grands arbres, dont la voute reste très ouverte. Le stipe souterrain est interprété comme une adaptation à des conditions de faible énergie lumineuse dans les sous-bois des forêts tropicales.

- 25) KAHN, F. 1986. L'organisation comparée de deux forêts d'Amazonie brésilienne. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 132.
- 26) KAHN, F. 1987. The distribution of palms as a function of local topography in Amazonian terra firme forests. *Experientia*, 43 (3) : 251-259.
La topographie interfère sur le drainage latéral du sol et sur la dynamique et l'architecture forestière, donc sur l'eau et la lumière dont disposent les plantes. En comparant deux forêts amazoniennes de terre ferme qui sont situées sur différents modelés et présentent des architectures contrastées, il est tenté de séparer les influences respectives de ces facteurs sur la densité des peuplements de palmiers des sous-bois.
- 27) KAHN, F. ; CASTRO, A. De. 1985. Palm community in a forest of central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 17 (3) : 210-216.
Les palmiers d'une forêt d'Amazonie centrale, située au nord de Manaus, sont inventoriés le long d'une caténa. Richesse spécifique, densité et distribution verticale montrent de claires différences entre les sols argileux bien drainés des pentes et des plateaux et les sols hydromorphes des bas-fonds. Une zone de transition est caractérisée par l'abondance de deux espèces. Ce travail a montré que les palmiers sont de formidables marqueurs écologiques.
- 28) KAHN, F. ; MEJIA, K. ; CASTRO, A. De. 1988. Species richness and density of palms in terra-firme forests do Amazonia. *Biotropica*, 20 : 266-269.
Une comparaison de la richesse en genres et en espèces, de la densité et des distributions verticales des palmiers de forêts de terre ferme respectivement localisées à l'est, au centre et à l'ouest du bassin amazonien, montre (1) que la richesse en espèces est plus grande dans les forêts des régions occidentale et centrale que dans celles de la région orientale, (2) que la richesse en genres est nettement plus élevée dans les forêts de la région occidentale, résultat du recouvrement des flores amazonienne et subandine. Dans tous les inventaires plus de 98 % des individus ont une hauteur inférieure à 10 m, et la majorité des espèces sont des petits palmiers du sous-bois.
- 29) LENA Ph. 1982 - Expansão da fronteira agrícola em Rondônia : ocupação do espaço e dinâmica da estrutura agrária. In : C.C.Mueller (compilador), Expansion de la frontera agropecuaria y medio ambiente en la América Latina. (CIFCA), Madrid, Espanha.
- 30) LEROY, M. ; LOURD, M. A doença foliar do tomateiro causada por *Corynespora cassicola* em Manaus. *Fitopatol. Bras.*, 14 : 32-36.
- 31) LESCURE, J.-P. 1985. Les études de botanique et d'écologie végétale de l'ORSTOM sur le milieu amazonien : présentation générale. In : Connaissance du milieu amazonien. Actes du séminaire. 15 et 16 octobre 1985, Paris, Coll. Colloques et Séminaires ORSTOM. pp. 41-56.
Toutes les recherches menées par l'ORSTOM en Amazonie s'inscrivent dans le cadre général de l'analyse de la dynamique des écosystèmes amazoniens. Après avoir abordé l'aspect des inventaires et de l'organisation des paysages végétaux, puis du fonctionnement des écosystèmes, une bibliographie générale des travaux de botanique réalisés par l'ORSTOM en Amazonie est fournie.
- 32) LOURD, M. 1985. La diversité des systèmes agricoles amazoniens. In : Connaissance du milieu amazonien. Actes du séminaire. 15 et 16 octobre 1985, Paris. Coll. Colloques et Séminaires ORSTOM, pp. 123-129.
A partir d'observations effectuées en Amazonie centrale brésilienne, un aperçu des grands types de systèmes agricoles et de leurs principales caractéristiques en relation avec les deux grands écosystèmes à vocation différente, la terre ferme et la « várzea », est proposé.

- 33] LOURD M. & ALVES M.L.B. - 1986 - A mancha zonada da gravioleira (*Annona muricata*) causada por *Scoerotium coffeicolum*, nova doença na região de Manaus. *Fitopatol. Bras.*, 11 : 1015-1017.
- 34] LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. 1987. Lista de hospedeiros e etiologia da queima-do-fio das plantas frutíferas na região amazônica. *Fitopatol. Bras.*, 12 : 88-89.
- 35] LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1986. Analyse qualitative e quantitativa de especies de *Pythium* patogênicas dos solos no município de Manaus. I. Solos de terra firme. *Fitopatol. Bras.*, 11 : 479-485.
A l'aide d'un test biologique la présence de Pythium a été mis en évidence dans 118 échantillons de sols de terre-ferme aux environs de Manaus. Il a été vérifié que le champignon est présent aussi bien dans les sols cultivés que dans les sols de la forêt primaire, mais que les sols cultivés présentent un potentiel infectieux plus élevé.
- 36] LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1987. Análise qualitativa e quantitativa de espécies de *Pythium* patogênicas nos solos da região de Manaus. II Solos de várzea. *Fitopatol. Bras.*, 12 : 215-218.
L'emploi d'un test biologique sur 41 échantillons de sols de « várzea » de la région de Manaus a révélé la présence de Pythium et que la couverture végétale et le type de culture n'influaient pas sur l'importance de l'infestation. 85 % des sols infestés l'étaient par Pythium aphanidermatum. Par rapport aux sols de terre ferme, l'écosystème « várzea » semble favoriser le développement des Pythiaceae.
- 37] LOURD, M. ; BOUHOT, D. 1987. Recherche et caractérisation des sols résistants à *Pythium* en Amazonie brésilienne. *Bull. OEPP*, 17 : 569-575.
Afin de déterminer leur réceptivité vis-à-vis des Pythium spp., 76 échantillons de sols non infestés par des Pythium spp. ont été inoculés avec 10 % d'un sol infesté naturellement. L'aptitude à supprimer les Pythium spp. n'est apparue que dans les écosystèmes de terre ferme et non dans les « várzea » submergés. La dynamique de cette aptitude semble se faire sous contrôle microbien. Le développement agricole autour de Manaus peut rapidement modifier les écosystèmes microbiens des sols et nuire à leur capacité naturelle à combattre les Pythium spp.
- 38] LOURD, M. ; NODA, H. ; ALVES, M.L.B. 1988. Principais fungos e bactérias patogênicos das plantas olerícolas na região de Manaus. *Fitopatol. bras.*, 13 : 25-27.
- 39] LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. 1988. Intervention simultanée des phénomènes d'enfoncement vertical et de transformation latérale dans la mise en place des systèmes de sols de la zone tropicale humide. Cas des systèmes de sols ferrallitiques-podzols de l'Amazonie brésilienne. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 306, II, pp. 1395-1400.
- 40] LUIZÃO, F.J. ; SCHUBART, H.O.R. 1987. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. *In : The dynamics of the Amazonian terra-firme forest, Experientia*, 43(3) : 259-265.
- 41] MARRARINO, R.P. ; VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1982. Comparação do humus de capoeira e de floresta natural em latossolos amarelos da região amazônica. *Brasil. Coll. Reg. Mat. Organi. do Solo*, 8-12 agosto de 1982, Piracicaba, SP, Brasil, pp. 51-57.
- 42] RIES N.R. DOS & GUILLAUMET J.L. 1983. Les chauves-souris frugivores de la région de Manaus et leur rôle dans la dissémination des espèces végétales. *Rev. Ecol. (Terre & Vie)*, 38 (2) : 147-170.
- 43] RENAULT-LESCURE O. 1990. As linguas faladas pelas crianças do Rio Negro (Amazonas) : discontinuidade de transmissão familiar das linguas. *Actes Sem. As crianças da Amazonia, UNICEF, UPAZ, UNAMAZ, Belem* 1988.
- 44] SCHUBART, H.O.R. ; WALKER, I. 1987. Introduction. *In : the dynamics of the Amazonian terra-firme forest. Experientia*, 43(3) : 221-222.

- 45) SOUBIES, F. ; CHAUVEL, A. 1985. Présentation de quelques systèmes de sols observés au Brésil. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, 32-(4) : 237-251.
- 46) BAHRI, S. ; GRENAND, F. ; GRENAND, P. ; GUILLAUMET, J.-L. ; LOURD, M. La « várzea » est-elle un don de l'Amazonie? Les techniques traditionnelles de mise en valeur de la « várzea » face à la modernité. Ouvrage collectif dirigé par S. BRUNEL, UNESCO.
- 47) GRENAND, P. ; GRENAND, F. 1984. Migração dos homens e migração dos nomes das plantas. Atas XXXV Cong. Nac. Bot. Manaus 01-1984.
- 48) GUILLAUMET, J.-L. 1984. Observações sobre a frutificação e disseminação das sementes de algumas espécies do género *Cecropia* (Moraceae). Atas XXXV Cong. Nac. Bot. Manaus 01-1984.
- 49) GUILLAUMET, J.-L. 1988. Les massifs forestiers intertropicaux africain et américain : analogies et différences. Coll. hommage prof. G. Mangonot, USP Orsay 16-18 novembre 1988, (Bull. Soc. Bot., France).
- 50) LOURD, M. ; GUILLAUMET J.-L. 1984. A cultura tradicional da mandioca na região de Manaus : un exemplo de uso racional de recursos genéticos. XXXV^e Cong. Bras. Bot. 01-1984, Manaus AM.
- 51) LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. ; VEILLON, L. 1987. Systèmes « sols ferrallitiques - podzols » en région amazonienne. In : Table ronde internationale : Podzols et Podzolisation, Poitiers, avril 1986.
La comparaison de trois systèmes de sols : le premier sur sédiments Barreiras d'Amazonie, le second sur roches cristallines et le troisième sur sédiments marins de la plaine côtière de Guyanne, met en évidence des analogies (déstabilisation d'une couverture ferrallitique remplacée par une couverture podzolique) mais aussi des différences importantes dans la dynamique des processus.
- 52) OLIVEIRA, E.P. ; THIBAUD, J.M. 1988. Durée du développement postembryonné et intermues et températures léthales chez les insectes Collemboles neotropicaux. *Revue d'Ecologie et Biologie du sol*, 2.
- 53) ALFAIA, S.S. ; FALCÃO, N.P.S. 1988. Estudo da dinâmica de nutrientes em solo de várzea da ilha do Careiro no Estado do Amazonas. XVIII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 23-28-10-88, Vitoria, ES.
- 54) ALVES, M.L.B. ; LOURD, M. 1985. Podridão negra de frutas do côco causada por *Ceratocystis paradoxa* em Manaus. XVIII Cong. Bras. Fitopatol. 07-1985, Fortaleza, CE.
- 55) ALVES, M.L.B. ; LOURD, M. ; NODA, H. 1985. Ocorrência de *Corynespora cassicola* em carater endêmico em tomates em Manaus, XVIII Cong. Bras. Fitopatol. 07-1985, Fortaleza, CE.
- 56) BATISTA, M.F.M. ; LOURD, M. 1981. Problemas fitopatológicos encontrados na cultura da mandioca na região de Manaus. XIV Cong. Bras. Fitopatol., 07-1981, Porto Alegre, RS.
- 57) CASTRO, A. de ; LESCURE, J.P. 1989. Analyse da população de palmeiras em um talvege de floresta de terra firme na Amazônia central. XI^e Cong. Nac. Bot. Cuiaba, 01-89.
- 58) CERRI, C.C. ; FELLER, C. ; CHAUVEL, C. 1987. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho-escuro cultivado por 12 et 50 anos com cana de açúcar. XXI^e Cong. Bras. Ciênc. Sol., Campinas, 19-25 julho 1987.
- 59) CHAUVEL, A. ; GRIMALDI, M. ; TESSIER, D. 1991. Changes in soil pore-space following deforestation and revegetation : an example from the Central Amazon Basin, Brasil. *Forest Ecology and Management*, 38(1991) : 259-271.
La dégradation des latossols argileux consécutive à la déforestation n'est pas attribuable à la seule modification de leur composition chimique, mais bien davantage au changement de la distribution

dimensionnelle des pores. L'utilisation des moches et le piétinement du bétail réduisent le volume des micro- et des mésosides (de 1 à 100 μm) et provoquent l'homogénéisation des vides compris entre les particules d'argile (cryptosides < 0,1 μm). Cette distribution détermine la quantité d'eau et d'élément nutritif en solution disponible pour les plantes. L'introduction de plantes telles que le *Pueraria*, par l'effet de leur enracinement, permet de modifier à nouveau le spectre poral, en augmentant fortement le volume des micro- et mésosides et, par voie de conséquence la disponibilité en eau pour les plantes. Cette étude qui utilise la porosimétrie au mercure en plus des méthodes classiques, montre l'importance de ce type de caractérisation (porosimétrique et hydrique) pour une bonne gestion de ces sols. La disponibilité en eau peut varier dans de très larges proportions suivant les modes de déforestation et de mise en culture.

- 60 CHAUVEL, A. ; GRIMALDI, M. ; TESSIER, D. 1988. Examples of soil transformation following deforestation and plantation in the Central Amazon Basin (Brazil) : changes in pore volume and size and consequences for their water-bearing properties. Symposium on Amazonia : Deforestation and possible effects. 46th Int. Congress of Americanists, Amsterdam. 4-8 July 1988.
- 61) CHAUVEL, A. ; ANDREUX F. ; CERRI C.C. ; LUCAS, Y. 1988. Superficial evolution of Amazonian Bauxite deposits. VI Congress of ICSOBA. São Paulo-Poço de Caldas, 11-20 de maio 1988. *Resumo*, p. 11.
- 62) GRENAND, P. ; GRENAND F. 1986. Fertilidade dos solos e manejo agro-florestal : o exemplo da cultura da mandioca. Encontro Pesq. Amaz. 06-1986, Manaus, AM.
- 63) GRENAND, P. 1988: Perspectivas da pesquisa etnológica na Guiana brasileira - Aspectos etnohistóricos. XVI Reuniao Brasileira de Antropologia, 27-30-30-1988, Unicamp, Campinas, SP.
- 64) GRENAND, P. ; GRENAND, F. 1988. Aspectos ecológicos da evolução do provocamento da « várzea » na Amazônia Ocidental. First Intern. Congress of Ethnobiology, 20-22-07-88, Museu Paraense E. Goeldi, Belem, PA.
- 65) GRENAND, P. ; GRENAND, F. 1988. Linguistics and Ethnobiological Research (discutants). First Intern. Congress of Ethnobiology, 20-22-07-88. Museu Paraense E. Goeldi, Belem, PA.
- 66) GRENAND, P. ; GRENAND, F. ; BAHRI, S. ; GUILLAUMET, J.-L. ; LOURD M. ; GELY, A. 1988. Os pomares poliespecíficos da Amazônia Central. First Intern. Congress of Ethnobiology, 20-22-07-88, Museu Paraense E. Goeldi, Belem, PA.
- 67) GUILLAUMET, J.-L. 1988. Condições naturais e uso da terra numa ilha de « várzea » da Amazonia central. XXXIX Cong. Nac. Soc. Bot. Bras., Belem, PA, 24-31 de janeiro de 1988.
- 68) GUILLAUMET, J.-L., LOURD, M. ; SANTOS, A.A., Dos. 1986. Condições ecológicas e agricultura em « várzea » : exemplo da ilha de Careiro. 5^e Encontro Pesq. Amaz. 06-1986, Manaus, AM.
- 69) GUILLAUMET, J.L. ; KAHN, F. ; LENA, Ph. 1982. Tropical forest managements, some reflexions and propositions. Inter. Conf. on Land Clearing and Development in the Tropics, IIIA, Ibadan, Nigeria, nov. 1982.
- 70) LEROY, M. ; LOURD, M. 1987. Dinâmica da doença foliar causada por *Corynespora cassiicola*, em quatro variedades de tomate. Com. 1^o Encontro de Hortaliças da Região Norte, Manaus, AM.
- 71) LESCURE, J.-P. ; CASTRO, A. De. 1990. L'extrativisme en Amazonie centrale. Aperçu des aspects économiques et botaniques. Atelier sur l'aménagement et la conservation de l'écosystème forestier tropical humide, MAB-UNESCO, IUFRO, FAO, Cayenne, 10-19-03-1990.

- 72) LOURD, M. 1981. La culture du manioc en Amazonie centrale. Problèmes phytopathologiques et ressources génétiques. 19^e Coll. Int. Prot. Cult. Trop., juillet 1981, Lyon, France.
- 73) LOURD M. 1986. Inventário preliminar das doenças das plantas cultivadas na Ilha de Careiro. 5^e Encont. Pesq. Amaz. 06-1986, Manaus, AM.
- 74) LOURD, M., ALVES M.L.B. ; BOUHOT, D. 1983. Estudo qualitativo de *Pythium* spp. nos solos da região de Manaus. XVI^o Cong. Bras. Fitopatol. 07-1983, Belém, PA.
- 75) LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1984. Avaliação quantitativa do potencial infeccioso dos solos da Amazônia infestados por *Pythium* spp. XVII^o Cong. Bras. Fitopatol. 07-1984, São Paulo, SP.
- 76) LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1983. Estudo qualitativo de *Pythium* spp. nos solos da região de Manaus. XVI Cong. bras. Fitopatol, 07-1983, Belém, PA.
- 77) LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1984. Avaliação quantitativa do potencial infeccioso dos solos da Amazônia infectados por *Pythium* spp. XVII Cong. bras. Fitopatol, 07-1984, São Paulo, SP.
- 78) LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1984. Avaliação quantitativa do potencial infeccioso dos solos da Amazônia infectados por *Pythium* spp. XVII Cong. bras. Fitopatol, 07-1987, Brasília, DF.
- 79) LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; BOUHOT, D. 1987. Influência da adubação orgânica sobre o potencial infeccioso dos solos infectados por *Pythium* spp. na região de Manaus XIX Cong. bras. Fitopatol, 07-1987, Brasília, DF.
- 80) LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. ; GASPAROTTO, L. 1984. Ocorrência de *Thanatephorus cucumeris* em citrus no Município de Manaus. XVII Cong. bras. Fitopatol. 07-1984, São Paulo, SP.
- 81) LOURD, M. ; BOUHOT, D. 1986. Research and characterization of soils suppressive to *Pythium* in Brazilian Amazon. Symp. DEPP, 10-1986, Dijon.
- 82) LOURD, M. ; BOUHOT, D. 1988. *Pythium* spp. as indicators of soil-ecosystems and of their modifications under agricultural management. Comm ; 5th Intern. Congr. Plant Pathol., Kyoto, Japan, 08-1988.
- 83) LOURD, M. ; NODA, H. ; PAIVA, W. ; SILVA FILHO, D.F. 1986. Situação sanitária das plantas olerícolas cultivadas na região de Manaus. 1^o Encontro Hort. Amaz., 06-1986, Manaus, AM.
- 84) LUCAS, Y. ; CHAUVEL, A. ; COLIN, F. 1987. The problem of stone line. Comm. 3^e EUROLAT Meeting, Freising (DBR), mars 1987.
- 85) PERREIRA, H.S. ; LOURD, M. ; ALVES, M.L.B. 1986. Caracterização de isolados de *Rhizoctonia solani* do Município de Manaus. V^o Encontro Pesq. Amaz. 06-1986, Manaus, AM.
- 86) OLIVEIRA, E.P. 1985. Ocorrência de *Folsomia onychiurina* em extremas condições ambientais. XII Congr. bras. Zool., Campinas, SP.
- 87) OLIVEIRA, E.P. 1986. Impacto do desmatamento nas comunidades edáficas. 5^o Encontro de Pesquisadores da Amazônia, Manaus, AM.
- 88) OLIVEIRA, E.P. ; MENEZES, N. ; VIANEZ, R.M. 1984. Influência da camada de detritos e fatores climáticos sobre a fauna do solo. XI Congr. bras. Zool., Belém, PA.
- 89) RENAULT-LESCURE, O. 1988. A expressão da pessoa em galibi, língua Karib falada na costa da Guiana francesa e na embocadura do Oyapoque no Brasil : observações sobre

- as categorias semantico-gramaticais. XVI Reunião bras. Anthropol., ABA, 27-30-03-1988, Campinas, SP.
- 90) CARDENAS, J.D.R. ; KAHN, F. ; GUILLAUMET, J.L. 1982. Estimativa da fitomassa do Reservatório da U.H.E. de Tucuruí. Subprojeto 4. Conv. Electronorte-CNPq/INPA, relatório semestral 2, 11 p.
- 91) CHAUVEL, A. 1982. Os Latossolos amarelos álicos argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta Amazon.*, Manaus, 12 : 47-60.
- 92) GRENAND P. ; GRENAND, F. 1986. Ilha do Careiro : paisagens agrárias e naturais e geografia humana. Bol. « Careiro », 1 : 8-17, INPA, Manaus.
- 93) GUILLAUMET, J.-L. ; KAHN, F. 1980. Estudo de alguns aspectos da estrutura vegetal nas bacias hidrográficas da Estação Experimental de Silvicultura tropical do INPA, 16 p.
- 94) KAHN, F. 1982. A variabilidade de dois parâmetros quantitativos, área basal e volume, nas matas da zona inundável de Tucuruí. Conv. Electronorte-CNPq/INPA, relatório, 243 p.
- 95) ROOIJ, W., Van. 1987. Forestry in the Amazonian Várzea Forest. Relatório de campo, INPA, 25 p.
- 96) SANTOS, A.A. ; GUILLAUMET, J.-L. 1986. A vegetação da Ilha do Careiro : cartografia e fitocenoses. Bol. « Careiro », 1 : 17-25, INPA, Manaus.
- 97) BAHRI, S. 1988. Les systèmes agroforestiers. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 336-347.
- 98) GUILLAUMET, J.-L. ; LOURD, M. ; BAHRI, S. ; SANTOS, A.A. dos. 1988. Utilisation du milieu terrestre. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 321-332.
- 99) GUILLAUMET, J.-L. ; MARQUES FILHO, A. De O. ; RIBEIRO, M. De N.G. 1988. Eléments de climatologie. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 14-20.
- 100) GUILLAUMET, J.-L. ; MARQUES FILHO, A. De O. ; RIBEIRO, M. ; TANCREDE, A.C.F.N.S. ; CUNHA, H.B. Da ; SENNA, R.C. ; IGREJA, S.M.S. Da ; MERONA, B. De. 1988. Eléments d'hydrologie. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 21-36.
- 101) GUILLAUMET, J.-L. ; SANTOS, A.A. Dos ; GRENAND, P. ; GRENAND, F. ; MERONA, B. De. 1988. Eléments de géographie physique. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 6-14.
- 102) GRENAND, P. ; GRENAND, F. 1988. Careiro et la « várzea » d'Amazonie occidentale. Histoire du peuplement et des systèmes agricoles. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE.
- 103) LOURD, M. 1988. Pathologie des plantes cultivées. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 348-360.
- 104) LOURD, M. 1988. Analyse qualitative et quantitative des espèces de *Pythium* pathogènes dans les sols de « várzea ». In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 368-370.

- 105) SANTOS, A.A. dos ; GUILLAUMET, J.-L. 1988. La végétation. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île du Careiro. Rapport final. ORSTOM-INPA-CEE, pp. 184-201.
- 106) KAHN, F. 1990. Identification of Amazonian palm genera from vegetative characters. *Principes*, 34 : 199-207.
Une clé d'identification des genres de palmiers amazoniens est proposée. Elle ne prend en considération que les caractères végétatifs. Elle permet l'identification des adultes, des juvéniles et aussi des plantules.
- 107) KAHN, F. ; MILLAN, B. 1992. *Astrocaryum* (Palmae) in Amazonia. A preliminary treatment. *Bull. Inst. fr. ét. andines*, 21 : 459-531.
Le genre Astrocaryum est révisé pour l'Amazonie. Les descriptions de 18 espèces sont réactualisées. Six espèces nouvelles, dont une de la région de Manaus, sont décrites.
- 108) KAHN, F. ; GRANVILLE, J.J. de. 1992. Palms in forest ecosystems of Amazonia. Springer Verlag, *Ecological Studies*, vol. XCV, Berlin, Heidelberg, New York, 226 p.
C'est la première synthèse sur la chronologie et l'écologie des palmiers du bassin amazonien et des Guyanes qui illustre la radiation adaptative de la famille dans cette vaste région forestière. Pour chaque écosystème forestier amazonien, les réponses aux questions suivantes sont apportées : combien y-a-t-il de genres et d'espèces ? Quelle est la taille des communautés de palmiers, leur distribution verticale, leur diversité en formes biologiques ? Comment ces paramètres varient-ils d'un écosystème à l'autre, ou pour un même écosystème, d'une région à l'autre du bassin amazonien ? Quel est le rôle des palmiers dans le fonctionnement de l'écosystème forestier, leurs relations avec la faune ? Quelle est l'importance des palmiers pour l'aménagement rationnel des écosystèmes forestiers ?
- 109) RIGHI, D. ; BRAVARD, S. ; CHAUVEL, A. ; RANGER, J. ; ROBERT, M. (1990) - In situ study of soil processes in an oxisol-spodosol sequence of Amazonia (Brasil). *Soil Science*, 150 (1) : 438-445.
Une expérimentation in situ a été réalisée pour savoir dans quelle mesure le processus de podzolisation est actuel dans la région nord de Manaus. Des échantillons de minéraux test (vermiculite à forte CEC), et des petits sacs de résines échangeuses d'ions sont introduits dans les sols de la toposéquence latosol-podzol. L'étude des échantillons retirés du sol après une saison pluvieuse, ou après une saison sèche, ou encore après une année entière, montre que la podzolisation est un processus actuellement actif, non seulement dans les sols qui ont déjà développé une morphologie de podzol, mais encore sur la plus grande partie de la transition. Ce processus n'est actif que durant la saison pluvieuse, à bilan hydrique excédentaire.
- 110) EMPERAIRE, L. 1991. L'extractivisme : un nouveau vocable pour une vieille activité. Une problématique sociale et écologique actuelle. « Communications » ORSTOM-MAA, n° 3, mai 1991, Paris, pp. 25-26.
Le terme extrativismo, pour lequel est proposé en français extractivisme, désigne, en portugais du Brésil, l'ensemble des activités d'extraction des produits naturels d'origine minérale, animale ou végétale. Ici, l'acceptation est limitée au domaine des produits végétaux. Après avoir donné des exemples de ces activités, dont les produits ont représenté en 1988, 14 % en valeur des exportations du port de Manaus, soit près de dix millions de dollars, il est envisagé que l'extractivisme constitue l'une des possibilités de mise en valeur des écosystèmes forestiers amazoniens.
- 111) GRIMALDI, M. ; SARRAZIN, M. ; CHAUVEL, A. ; LUIZÃO, F. ; NUNES, N. ; LOBATO RODRIGUES, M. de R. ; AMBLARD, P. ; TESSIER, D. 1990. Effets de la déforestation et de diverses cultures sur la structure des latosols argileux d'Amazonie brésilienne. In : Atelier sur l'aménagement et la conservation de l'écosystème forestier tropical humide. Etudes de cas. 12-16 mars 1990, Cayenne. MAB UNESCO-MAB-FRANCE-IUFRO-FAO, 8 p.

Ce travail expose l'ensemble des résultats obtenus sur la caractérisation de la structure des latosols sous forêt, sur les effets de la déforestation mécanisée et de la mise en pâturage, sur les conséquences des combinaisons possibles : mode de déforestation (mécanisée, mixte ou manuelle) x plante de couverture (*Pueraria* ou *Desmodium*) étudiées dans la plantation expérimentale de palmiers à huile du Rio Urubu (EMBRAPA). En plus de ces études de terrain sont réalisés des essais de laboratoire pour faire la part des mécanismes strictement physiques et de ceux qui sont attribuables à l'activité biologique. Ces travaux sont réalisés en collaboration avec le laboratoire de pédologie biologique de l'INPA ; leur intégration au programme international « Soil Biology and fertility » (TSBF) est prévue.

- 112] CHAUVEL, A. 1991. - Change in soil pore space distribution following deforestation and revegetation. An example from the Central Amazon Basin. *Brasil. Forest Ecology and Management*. 38 : 259-271.
- 113] MARTIN, P.F. da S. ; CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. ; ANDREUX, F. ; CHAUVEL, A. 1991. Consequences of clearing and tillage on the soil of a natural Amazonian ecosystem. *Forest Ecology and Management*.
- 114] CERRI, C. ; FELLER, C. ; CHAUVEL, A. 1987. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho-escuro cultivado por 12 e 50 anos com cana de açúcar. XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas (Brasil), 19-25 de julho 1987, resumo, 125.
- 115] GRIMALDI, M. ; SARRAZIN, M. ; NUNES, N. ; CHAUVEL, A. 1989. Caracterização hídrica e porosimétrica de um latossolo da Amazônia sob floresta e cultivo. XXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife (PE), Brasil, 23-31-07-89.
- 116] CHAUVEL, A. ; LUCAS, Y. 1991. Compterendu de fin d'études d'une étude financée par le ministère de la Recherche et de la Technologie. « Etudes du fonctionnement de systèmes agropédologiques en milieu équatorial (Amazonie brésilienne) et de leurs transformations sous l'effet de la déforestation et de la mise en valeur. » Rapp. multigr. ORSTOM, mai 1991, 22 p.
- 117] LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. 1990. Mise en évidence des transferts d'aluminium dans les sols ferrallitiques d'Amazonie brésilienne. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 311 (II) : 247-252.
- 118] LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. 1990. Modalités de la formation *in situ* des stonelines en zone équatoriale. Exemple d'une couverture ferrallitique d'Amazonie brésilienne. *C. R. Acad. Sci., Paris*, t. 311, (II) : 713-718.
- 119] BAHRI, S. 1992. L'agroforesterie, une alternative pour le développement de la plaine alluviale de l'Amazonie. L'exemple de l'île de Careiro. Thèse de doctorat, univ. Montpellier II, 204 p.

Cette étude est consacrée aux stratégies traditionnelles d'utilisation du milieu naturel sur une île alluviale proche de Manaus. La place de l'agroforesterie dans le paysage agricole est analysée à travers une approche historique, écologique et socio-économique. Ceci permet de mettre en évidence des systèmes agroforestiers performants sur les sommets des levées alluviales, abrités des inondations régulières. Ces systèmes font l'objet d'une analyse structurale, floristique et ethnobotanique. Une revue des systèmes élaborés par les populations de la plaine alluviale amazonienne au Brésil et au Pérou met en évidence la diversité des pratiques agroforestières traditionnelles qui tiennent compte de la micro-hétérogénéité de ce milieu. L'agroforesterie développée sur les terres alluviales les moins propres à la culture des plantes annuelles, contribue à l'utilisation optimale du milieu naturel et à la réduction du risque agricole. L'équilibre de la forêt de « várzea », appauvrie par l'exploitation forestière ancienne et abusive, pourrait être compromis par le développement

excessif des cultures annuelles et des pâturages. L'étude montre que les perspectives offertes par la plaine alluviale ne sont pas limitées à ces seules options, mais que l'agroforesterie constitue une alternative prometteuse.

- 120) BAHRI, S. ; GRENAND, F. ; GRENAND, P. ; GUILLAUMET, J.-L. ; LOURD, M. 1991. La « várzea » est-elle un don de l'Amazonie? Les techniques traditionnelles de mise en valeur de la « várzea » face à la modernité. In « Sahel, Nordeste, Amazonie. Politiques d'aménagement en milieux fragiles. » UNESCO, l'Harmattan, Paris, 105-142.
- 121) BRESSOLETTE, V. ; RASSE, E. 1992. Devenir de l'extrativisme dans trois communautés : Limão, Açutuba São José, à Iranduba, zone proche de Manaus. De la dépendance du patron à la dépendance du foncier. Rapport de stage, CNEARC, Montpellier, 82 p. + ann.
- 122) CASTRO, A. de. 1991. L'açaí, palmier alimentaire de la forêt amazonienne. Com. symposium international sur « L'alimentation en forêt tropicale : interactions bioculturelles et applications au développement ». Unesco/CNRS, Paris, 10-13 septembre 1991.
- 123) CASTRO, A. de. 1992. O extrativismo do açaí no Amazonas. Relatório de resultados. INPA, Ecologia, 73 p. + annexes.
Ce travail comporte trois volets principaux. Le premier est consacré à l'analyse de populations naturelles d'açaí des environs de Manaquiri, par l'étude de leur structure, de la phénologie de l'espèce E. precatoria et de la végétation naturelle rencontrée dans les parcelles étudiées. Le second volet se rapporte à la production de fruits de ces populations naturelles, comparée à celle d'une parcelle plantée dans la même région. La fructification et la cueillette en forêt font l'objet d'observations détaillées. Le troisième volet de l'étude est surtout consacré au commerce des fruits, depuis le regroupement de la production sur les lieux-mêmes de la cueillette, puis son acheminement vers la ville de Manaus, jusqu'à sa distribution auprès des « fabricants » de « vin d'açaí ». Vient ensuite une description du processus de transformation du fruit, puis l'étude du réseau de vente au détail du produit fini. En conclusion, l'extractivisme de l'açaí, contrairement à celui d'autres produits naturels, n'est pas destructeur. D'autre part, il a l'avantage d'échapper au système de « aviamento » car il entre dans un système monétarisé dès la cueillette des fruits.
- 124) CHAUVEL, A. ; LOURD, M. 1991. Environnement en Amazonie brésilienne : développement et conservation. ENA mensuel (revue de l'Ecole nationale d'administration, Paris), supplément international n° 216 : 46-49.
- 125) EMPERAIRE, L. ; PINTON, F. 1991. Extractivisme et agriculture en Amazonie brésilienne. Com. symposium international sur « L'alimentation en forêt tropicale : interactions bioculturelles et applications au développement ». Unesco/CNRS, Paris, 10-13 septembre 1991.
- 126) LESCURE, J.-P. ; CASTRO, A. de. 1992. L'extractivisme en Amazonie centrale. Aperçu des aspects économiques et botaniques. Bois et Forêt des Tropiques, 231 : 35-51.
Les activités de collecte et de commercialisation des produits non ligneux de la forêt, qui peuvent se résumer sous le terme d'extractivisme, restent importantes en Amazonie brésilienne. Les auteurs rappellent brièvement les origines historiques et le fonctionnement social de l'extractivisme. Ils présentent ensuite les principaux produits exploités aujourd'hui en donnant pour chacun d'eux leur position systématique, quelques informations générales concernant leurs usages et leur exploitation, ainsi que des données économiques récentes permettant de mettre en évidence leur importance dans l'économie actuelle de l'Etat d'Amazonas.
- 127) PEREIRA, H. dos S. 1992. Extrativismo e agricultura : as escolhas de uma comunidade ribeirinha do médio Solimões. Mestrado INPA/FUA, univ. Amazonas, Manaus, 162 p.

- 128) PEREIRA, H. dos S. ; LESCURE, J.-P. 1991. Agriculture et extractivisme : le choix d'une population riveraine du Rio Solimões. Com. symposium international sur « L'alimentation en forêt tropicale : interactions bioculturelles et applications au développement ». Unesco/CNRS, Paris, 10-13 septembre 1991.
- 129) PEREIRA, H. dos S. ; ALVES, M.L.B. ; LOURD, M. 1991. Caracterização de isolados de *Rhizoctonia solani* no Município de Manaus-AM. Rev. Univ. Amaz. Série Ciências Agrárias, 1 : 23-32.
- 130) PINTON, F. ; EMPERAIRE, L. 1992. L'extrativisme en Amazonie brésilienne, un système en crise d'identité. Cah. Sci. Hum. ORSTOM, 28 (4) : 685-703.
- 131) GUILLAUMET, J.-L. ; GRENAND, P. ; BAHRI, S. ; GRENAND, F. ; LOURD, M. ; SANTOS, A.A. DOS ; GELY, A. 1990. Les jardins-vergers familiaux d'Amazonie centrale : un exemple d'utilisation de l'espace. Turrialba, 40 : 63-81.
- Cet article présente l'analyse structurale, floristique, sanitaire et socio-culturelle de trois vergers polyspécifiques d'Amazonie centrale, aux environs de Manaus. L'installation de vergers destinés à la consommation familiale, et éventuellement à la vente, est une pratique courante dans cette région. En terre ferme, elle succède à la culture du manioc sur brûlis. Dans la plaine alluviale, de tels vergers peuvent être une reconversion de systèmes arborés antérieurs. Les espèces utilisées sont d'origines diverses, les amazoniennes étant prédominantes : 40 sur un total de 60 espèces recensées. Longtemps ignorée, l'arboriculture amazonienne, relevant de l'agroforesterie, devrait être encouragée en raison de son excellente adaptation aux conditions écologiques et socio-économiques de la région.*

ÉCONOMIE

PROGRAMME ORSTOM/IPE-USP ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE EN ÉCONOMIE RÉGIONALE

Localisation

Institut de recherches économiques de l'université
de São Paulo (IPE/USP), São Paulo, SP

Chercheur ORSTOM responsable

André SCHWARTZ, économiste

Équipe française

André SCHWARTZ et Jacques de COURSON, économistes

Partenaire responsable

professeur de CAMARGO, directeur de l'IPE/USP

Durée du projet

1971-1973

HISTORIQUE

D'octobre à décembre 1970, M. LECOUR-GRANDMAISON, économiste et chercheur contractuel, accomplit une mission exploratoire à São Paulo, visite l'IPE et rencontre le professeur de CAMARGO, directeur de cet Institut, très francophile, qui désire introduire dans les matières enseignées, les problématiques de recherches en voie permanente d'explicitation, c'est-à-dire intimement associées à une pratique concrète d'interrogation du réel et non plus seulement académique, comme l'enseignement universitaire brésilien l'est trop souvent à cette époque. Or, ce professeur sait que l'ORSTOM a, dans ces règles de recherche, les mêmes préoccupations. Les rapports rédigés par M. LECOUR-GRANDMAISON font part du désir de coopération et de l'esprit constructif qui n'a cessé d'animer les contacts préliminaires. Le cadre général dans lequel s'exercera les activités des chercheurs de l'ORSTOM est dégagé, mais non précisé. Une lettre du Directeur Général de l'ORSTOM, Guy CAMUS, en date du 28 septembre 1971 assure l'affectation de deux économistes de l'ORSTOM jusqu'en décembre

1972, période renouvelable annuellement, remettant à mars 1972 l'approbation par les deux parties d'un accord de collaboration scientifique qui déterminera exactement la responsabilité des chercheurs de l'Office et les rôles respectifs de l'IPE et de l'ORSTOM pour la conduite des études. Sont affectés à São Paulo, fin 1971, A. SCHWARTZ et M. de COURSON, économistes de l'ORSTOM qui connaissent bien M. LECOUR-GRANDMAISON qui a travaillé au ministère du Plan en Côte-d'Ivoire, puis à la DATAR, en France. Malheureusement M. LECOUR-GRANDMAISON, qui a formalisé le projet de collaboration, quittera l'ORSTOM en 1971.

OBJECTIFS DU PROGRAMME TRAVAUX RÉALISÉS

Le programme comprenait un volet d'enseignement et un volet recherche lié à cet enseignement. Il consistait en :

- la création et l'animation d'un enseignement de troisième cycle (post-graduation) en économie régionale et urbaine appliquée aux réalités brésiliennes ;
- la direction de travaux d'étudiants, en s'appuyant sur la recherche et l'exploitation de la documentation existante et sur l'observation des réalités brésiliennes mais sans moyens propres d'investigation ;
- la sélection d'étudiants pour préparation d'une thèse en France.

Ces objectifs furent, en gros, réalisés. L'enseignement fut dispensé et une demi-douzaine d'étudiants brésiliens purent bénéficier d'une allocation de recherche en France via le Quai d'Orsay pour entamer la rédaction d'une thèse en économie régionale et urbaine dans les universités de Paris I, Paris X et Aix Marseille.

Malgré ces objectifs atteints, le programme s'arrête fin 1973... faute de participants. Il convient de tenter d'expliquer la raison de cette désaffection des chercheurs de l'ORSTOM.

LES RAISONS DE LA FIN PRÉCOCE DU PROGRAMME

A cette époque, l'IPE était un Institut fort bien introduit auprès des technocrates-économistes du régime militaire en place. Le premier directeur de l'Institut, Delfin NETO devint ministre des Finances ; le second, M. COLASUONO, devint maire de São Paulo ; le troisième, A.C. PASTORE fut, plus tard, gouverneur de la Banque centrale et l'un des pères du plan économique du gouvernement José SARNEY. Mais il était difficile d'y mener une recherche propre. D'abord parce que les moyens n'avaient pas été prévus, ensuite en raison de la rigidité due à la mise sous tutelle de l'Université par le régime militaire depuis 1968.

En fait, les difficultés principales venaient, selon l'opinion des chercheurs français présents à ce moment-là, de la forte influence de la coopération américaine (US AID et Fondation Ford) à l'IPE. L'accord ORSTOM/IPE, modeste, était condamné à le rester. Soutenu par les « vieux » professeurs restés très francophiles, tel le Pr. de CAMARGO, et nostalgiques d'un temps où la Mission universitaire française avait fortement épaulé les débuts des sciences sociales de l'USP

(missions et cours de C. LEVI STRAUSS, F. PERROUX, F. BRAUDEL dès 1935, long séjour de R. BASTIDE à partir de 1937). La jeune génération des professeurs-chercheurs, tous formés aux États Unis, et qui y maintenaient leurs réseaux de collaboration et d'amitié, ne trouvaient que peu d'intérêt à une coopération avec la France. L'équipe ORSTOM était donc strictement tolérée par cette génération montante ambitieuse, qui voyait s'ouvrir les portes du pouvoir. La cohabitation, comme savent si bien l'établir les Brésiliens, restait cependant aimable, dès lors que les chercheurs français se cantonnaient à leurs tâches d'enseignement.

Dans un tel contexte, sans pouvoir rentabiliser dans la recherche l'investissement fait dans la connaissance du pays et malgré une bonne introduction aux réalités économiques brésiliennes, grâce à l'hébergement à l'USP et à la fréquentation des étudiants, les deux chercheurs français décident de ne pas prolonger l'expérience brésilienne. J. de COURSON quittera l'ORSTOM et intègrera le ministère de l'Équipement à Paris en 1973. Quant à A. SCHWARTZ, il continuera sa carrière à l'ORSTOM et juge navrante, mais inévitable, sans moyens de recherche propres, et dans le contexte de la coopération internationale de l'ORSTOM en 1973, cette fin précoce de la collaboration avec l'IPE.

Or, à peu près à la même date, le 10 novembre 1973, arrive, en précurseur à l'Institut de géosciences de l'USP, dans le cadre d'un programme de recherche sur la géologie du Quaternaire, Louis MARTIN, le premier d'une longue série de chercheurs ORSTOM qui se succéderont sans interruption jusqu'au jour d'aujourd'hui. Le 23 avril 1974 était signée par le Pr. Guy CAMUS, directeur général de l'ORSTOM et le Pr. Orlando Marques de PAIVA, recteur de l'université de São Paulo, la première convention par laquelle l'Institut de géosciences et l'ORSTOM décidaient de joindre leurs efforts sur le plan scientifique et technique dans le cadre de programmes de recherche conjoints. Les matières touchées étaient, outre la géologie du Quaternaire, la géologie structurale, la stratigraphie, la sédimentologie, la paléontologie, l'hydrogéologie, la géochronologie, la géochimie, et en particulier celles des formations superficielles, la pédologie...

Les sciences de la terre réussissaient à s'implanter là où les sciences économiques avaient abandonné. Le chapitre de rétrospective, placé en début d'ouvrage, tente d'expliquer pourquoi.

ÉCONOMIE RURALE

PROJET UFCE/ORSTOM PROJET DE DÉVELOPPEMENT RURAL INTÉGRÉ

Localisation

Centre de Sciences Agraires (CCA) de l'université fédérale du Ceará (UFCE),
Fortaleza, Ceará

Chercheur ORSTOM

Daniel DELAUNAY, démographe-économiste

Partenaire responsable

José Braga PAIVA, directeur du CCA

Durée du projet

de septembre 1978 à fin 1980

HISTORIQUE

• Mise en place de la convention

La coopération avec l'université fédérale du Ceará a commencé en 1974 avec un petit programme d'enseignement d'hydrologie. En 1976, un chercheur est affecté à plein temps à un projet complémentaire de recherches dans le domaine des ressources en eau. Après un an de négociations, une convention générale est signée avec le recteur de l'Université, le professeur Pedro Teixeira BARROSO pour la réalisation de programmes communs de recherches et d'enseignement dans les domaines des sciences de la terre et des sciences agronomiques. Des actions d'enseignement et de formation appliquées aux domaines des recherches sont incluses mais il est convenu qu'elles restent d'importance limitée en regard du développement des recherches, jugées prioritaires.

Après l'abandon, en 1977, d'un projet visant à assister une expérience de colonisation agricole dans l'Etat voisin du Piauí, la convention signée en 1978 comprend l'affectation d'un chercheur économiste pour la réalisation d'études concernant le développement rural intégré de zones prioritaires de l'Etat du Ceará. D. DELAUNAY arrive à Fortaleza en septembre 1978.

ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

• Une entreprise solitaire féconde

Au CCA, le chercheur français a des activités de nature plus académique qu'appliquée. Les professeurs partenaires restent en effet fort peu disponibles pour une recherche sur le terrain. Il y enseigne l'analyse démographique et l'anthropologie économique, mais réussit à effectuer des enquêtes de terrain en aidant des étudiants qui préparent leur thèse.

Un peu par dépit, mais néanmoins pour répondre à l'interrogation des instituts de planification et en particulier de la SUDENE, surintendance de développement du Nordeste, face à la « petite production familiale », laquelle se révélait peu sensible aux incitations économiques montées en haut lieu, il s'engage dans une entreprise solitaire et se plonge dans les archives de l'Etat.

Guidé par l'observation que dans le Nordeste semi-aride l'exode et les catastrophes démo-économiques revêtent une dramatique acuité et par un regard plus anthropologique de la réalité paysanne, acquis en Afrique noire, qui lui semble devoir éclairer les stratégies domestiques ; notamment face aux sécheresses, il va étudier la formation du paysannat cearense.

Il recherche les origines de la fragilité paysanne dans les racines coloniales d'un passé démographique particulièrement éprouvant. Dans cette région, la production domestique présente, en effet, ce caractère particulier d'avoir été largement reconstruite par les ordres missionnaires dans les « réductions » au profit des *fazendas* d'élevage et des cultures de rente. Sa précarité date de cette lointaine époque qui témoigne d'un développement économique surtout fondé sur les prélèvements brutaux dans la production familiale, qui, par ailleurs, se distingue par des attitudes natalistes dans un milieu pourtant avare de ressources. Il développe ces thèses dans un article et dans un ouvrage qui est publié en 1988 et qui se termine par les questions suivantes : « Ces continuités culturelles et leurs incidences économiques intriguent ceux qui pensent le développement économique et entreprennent de le promouvoir. Ne traduisent-elles pas l'inaptitude des agents économiques à briser les vieilles relations sociales pour de nouvelles ? Seraient-ce moins l'intérêt des hommes qui gouverne leurs affaires que l'idée qu'ils en ont ? »

COOPÉRATION

• Une fin prématurée du projet

Suite aux activités de recherche du chercheur français qui n'ont pas l'agrément du CCA et l'absence de moyens pour une recherche effective, moyens qui ne furent jamais obtenus ni de l'Université ni des bailleurs de fonds, l'UFC demande l'arrêt du projet pour fin 1980. Que dire de ce projet de coopération ? Une partie des actions de recherche prévues dans la convention n'a pas été abordée. Les activités d'enseignement et de formation se sont cependant révélées comme les points forts de la coopération. A l'époque, l'ouvrage de D. DELAUNAY sur les fondements de la paysannerie nordestine n'était pas encore écrit. Cet ouvrage, publié en français en 1988, est connu d'un petit nombre d'initiés brésiliens. Un professeur d'une université du Sud du pays, connu internationalement, a transmis oralement au cours d'une manifestation

scientifique, tout le bien que ses collègues et lui-même pensaient de cette contribution importante à la connaissance de la formation économique brésilienne. Il est regrettable qu'une traduction en portugais de cet ouvrage n'ait pas été entreprise. Sa diffusion et son audience dans ce pays en auraient été toutes autres.

PUBLICATIONS

DELAUNAY D., 1984. Indiens, Caboclos et Paysans. Formation du paysannat dans un État du Nordeste brésilien, le Ceará. *Cah. Sci. Hum.*, vol. XX, n° 1, ORSTOM, Paris, pp. 43-68.

DELAUNAY D., 1988. La fragilité séculaire d'une paysannerie nordestine. Le Ceará (Brésil). Coll. Etudes et Thèses, ORSTOM, Bondy, 193 p.

Ce détour par l'histoire, de même que le regard anthropologique, dissuadent désormais de penser la fragilité du paysannat nordestin et de sa production, avec la tranquille assurance qu'affichent les modèles et les doctrines économiques ; quand ces représentations conçoivent le progrès économique sur la base de l'accumulation du savoir technique et du capital, quand elles ignorent la production domestique qui a la charge de la reproduction humaine. Observer l'économie familiale a donc conduit à se préoccuper du nombre des hommes - des producteurs à une époque où l'outil est rudimentaire - et ainsi retrouver la composante démographique du développement. Conjointement l'histoire a permis de faire la part de la complexité tissée par l'intrigue des faits, résultat des rapports circonstanciels entre modes de production différents.

ENTOMOLOGIE MÉDICALE

PROJET ORSTOM/CNPq

L'ÉCO-ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA FIÈVRE JAUNE, DE LA DENGUE, DES ENCÉPHALITES ET DES AUTRES ARBOVIROSES

Localisation

Institut Evandro Chagas (I.E.C), Belém, Pará

Chercheur français responsable

Jean-Pierre HERVÉ, entomologiste médical de l'ORSTOM (de 1981 à 1987) ;

Nicolas DEGALLIER, entomologiste médical de l'ORSTOM (à partir de 1983)

Responsable brésilienne

Dr Amélia Paes de Andrade TRAVASSOS da ROSA, virologue, coordinatrice du projet

Chercheurs partenaires impliqués

Dr Pedro Fernando C. VASCONCELOS, médecin épidémiologiste ;

Dr Jorge Fernando S. TRAVASSOS da ROSA, virologue ; Dr. Gregório Carrera SA FILHO, entomologiste ; Dr Elisabeth Salbe TRAVASSOS da ROSA, biochimiste ;

Dr Suely G. RODRIGUES, biochimiste

Durée du projet

en cours depuis 1981

HISTORIQUE

Un sujet d'une importance capitale

En 1977, J. MOUCHET, alors Président du Comité technique d'entomologie médicale de l'ORSTOM, se rend en visite à l'Institut Evandro Chagas où il est reçu par le Dr Francisco Paulo PINHEIRO, directeur de cet Institut bien connu en Amérique Latine. Un peu plus tard, la même année, en mission à Cayenne, il y rencontre de nouveau le Dr F. PINHEIRO. Le thème de la future coopération est alors élaboré. Il s'agit d'un sujet d'une importance capitale pour la région amazonienne toute entière : l'étude des arbovirus et de la fièvre jaune selvatique.

En 1979, les entomologistes médicaux du centre ORSTOM de Cayenne, F.-X. PAJOT, N. DEGALLIER, M. TIBAYRENC, accompagnés de Michel REGUER, médecin chercheur de

L'Institut Pasteur, visitent à leur tour l'IEC. L'établissement des contacts formels et l'élaboration du projet se font en 1981 à travers le CNPq. Après une visite de l'ORSTOM à Paris du Dr F.P. PINHEIRO et une mission de M. GERMAIN, chef du Département santé de l'ORSTOM à l'IEC en 1981, J.-P. HERVÉ, entomologiste, arrive en affectation à Belém. Il y sera suivi, en juillet 1983, par un second entomologiste, N. DEGALLIER.

OBJET DE L'ÉTUDE

L'Amazonie, un milieu d'étude des arbovirus particulièrement favorable

L'objectif initial du projet est l'étude du cycle de la fièvre jaune et des autres arbovirus en Amazonie brésilienne. Les arboviroses sont des maladies causées par un groupe de virus écologiquement bien définis : les arbovirus (de l'anglais arthropod-borne-virus). Ce sont des virus transmis naturellement, par voie biologique, à certains hôtes vertébrés réceptifs, par des arthropodes hématophages ou, entre arthropodes eux-mêmes, à travers la voie transovarienne et probablement par voie vénérienne.

Ils provoquent une virémie chez les vertébrés en se multipliant dans le sang et les tissus et sont transmis à de nouveaux arthropodes réceptifs par piqûre. Après une période d'incubation ces derniers deviennent infectants. L'homme peut s'infecter en entrant en contact avec les vecteurs infectés, principalement en milieux forestiers.

Certains types d'arbovirus peuvent causer de graves épidémies. Au Brésil, et en particulier en Amazonie brésilienne, diverses espèces de diptères hématophages : moustiques, phlébotomes et cératopogonidés, et de vertébrés sylvestres cohabitent en nombre relativement élevé.

Cette diversité d'espèces et son nombre représentent une situation unique au monde. L'Amazonie constitue un milieu d'étude extrêmement favorable des arbovirus dans leur cadre naturel.

Fin 1990, sur les 532 types d'arbovirus différents répertoriés de par le monde, 183 types, soit plus d'un tiers étaient recensés en Amazonie brésilienne. Parmi ceux-ci, 156 ont été isolés pour la première fois au Brésil, 84 représentent des types nouveaux pour le monde et 31 causent une maladie à l'homme.

Un grave problème de santé publique, un frein au développement régional

Pour ce qui est du problème de santé publique, 4 arboviroses présents en Amazonie brésilienne sont particulièrement importants : la fièvre jaune, la dengue, les fièvres à virus Mayaro et Oropouche.

Malgré l'existence d'un vaccin d'une efficacité quasi absolue, le problème de la fièvre jaune est loin d'être résolu puisque, chaque année, de nombreux cas humains, sinon des épidémies, sont recensés. La Dengue, meurtrière sous sa forme hémorragique, provoque régulièrement des épidémies touchant des centaines de milliers de personnes. Elle est actuellement considérée comme endémique dans les villes de Rio de Janeiro et une partie de la région nord-est du Brésil. Les types DEN1, DEN2 et DEN4 ont déjà été isolés au Brésil.

Le virus Oropouche a atteint au moins 300 000 personnes en Amazonie durant les 20 dernières années.

Quatre autres arbovirus, qui provoquent des altérations graves chez l'homme ou le cheval, sont également présents en Amazonie : Eastern Equine Encephalitis, Western Equine Encephalitis, Saint Louis Encephalitis et Venezuelan Equine Encephalitis (souche Mucamba).

Dans le cadre de la mise en valeur du bassin amazonien, de nombreux colons provenant de diverses régions du Brésil se sont installés en Amazonie et continuent de le faire. Immunologiquement vierges de toutes atteintes par les arbovirus, ils sont aptes à s'infecter très facilement et souvent d'une manière grave.

Les grands travaux hydroélectriques, en favorisant également l'introduction d'une importante population réceptive et en modifiant les conditions naturelles, ont un impact non négligeable sur l'écologie des arboviroses et par voie de conséquence sur les conditions de la transmission et les processus d'épidémisation de ces virus.

Les arbovirus constituent donc un frein important au développement de cette région.

A partir des résultats obtenus des études bioécologiques et épidémiologiques, il devrait être possible :

- d'évaluer les risques encourus par les populations et d'en déduire les mesures propres à les protéger ;
- de déterminer les moyens de lutte les plus efficaces et les moins coûteux.

Depuis 1954, l'Institut Evandro Chagas poursuit des recherches sur la fièvre jaune et les autres arbovirus en Amazonie brésilienne. Tout en permettant la continuation de l'inventaire systématique et de la surveillance des arbovirus, la collaboration de l'ORSTOM, commencée en 1981, s'est traduite par la réalisation de recherches sur la bioécologie des vecteurs, en vue de mieux comprendre la circulation selvatique et l'évolution de ces agents.

OBJECTIFS DU PROJET

Les objectifs du projet sont les suivants :

- établir les cycles naturels de transmission et de développement des principaux arbovirus ;
- connaître les mécanismes de transmission à l'homme à partir des cycles naturels ;
- évaluer les risques auxquels les populations sont exposées et en déduire les mesures adéquates pour les protéger, spécialement au moment de la réalisation de grands travaux de développement en Amazonie.

MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

Les recherches nécessaires se rapportent principalement à deux aspects complémentaires : l'écologie des hôtes de l'arbovirus et la dynamique de transmission du virus.

L'étude de l'écologie des hôtes est réalisée grâce aux recherches sur le terrain et au laboratoire, que l'hôte soit arthropode ou vertébré. La dynamique de transmission est étudiée soit en période épidémique ou en période inter-épidémique, soit par des tentatives d'isolement d'échantillons à partir de matériel collecté en différents lieux et époques ou par des recherches sérologiques réalisées au sein des populations humaine et animale.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

LA FIÈVRE JAUNE

Depuis le début du projet, différentes épidémies se sont déclarées tant en Amazonie centrale (Monte Alegre, Faro, São Domingos do Capim, Pará) qu'en Amazonie du Nord (Serra do Navio, Amapá ; Breves, Pará) ou en Amazonie du Sud (Sinop, Mato Grosso ; Anastácio, Mato Grosso do Sul ; Paracatu, Minas Gerais). C'est au cours de ces épidémies que l'équipe du projet a collecté un matériel diversifié qui a, dans la plupart des cas, permis d'isoler l'agent.

■ Isolements

Le virus de la fièvre jaune a été isolé plusieurs fois à partir des moustiques *Haemagogus janthinomys* et *Hg. (Hag.) albomaculatus*. Le premier est responsable des contaminations humaines en forêt, le second peut transmettre la maladie en milieu d'habitations péri-forestières. *Hg. albomaculatus* a été signalé **pour la première fois en tant que vecteur du virus amaril**, et est **nouveau pour le Brésil**. Un autre vecteur potentiel *Hg. (Hag.) celeste* est également **nouveau pour le Brésil**. Le virus a été également isolé **pour la première fois sur le singe *Chiropotes satanas* (Cebidé)**.

■ Sérologie

En plus des tests systématiques effectués sur tous les sérums au laboratoire, des études sérologiques ont été effectuées au cours des périodes épidémiques qui ont surgi au Mato Grosso en 1982 et dans la basse Amazonie, en Amapá en 1984 et à Breves au Pará en 1987.

En Amapá, à l'occasion du **premier cas fatal de fièvre jaune jusque là jamais confirmé chez un Indien** (Tribu Oyampis, « aldeia » Mariry), une enquête sérologique a été réalisée sur 44 échantillons de la même tribu. L'interprétation de la sérologie de la fièvre jaune a été difficile étant donné que tous les habitants du village avaient été vaccinés. Malgré tout, la circulation du virus de la fièvre jaune a été confirmée par la présence d'anticorps chez trois singes capturés dans la même région.

■ Entomologie

Diverses données bioécologiques, d'importance fondamentale pour l'évaluation des risques épidémiologiques existant dans une zone donnée, ont déjà été étudiées.

Par exemple, des recherches ont été effectuées sur les aspects de la bioécologie du vecteur principal *Hg. janthinomys*, ainsi que sur la durée du cycle gonotrophique, la diapause des œufs et les variations de densité et d'âge physiologique des populations sylvestres. **Pour la première fois au Brésil**, et peut-être même en Amérique latine, une étude éco-entomologique a été réalisée (à Breves) sur les paramètres d'une population de vecteurs (*Hg. janthinomys*) sur laquelle deux échantillons de virus ont été isolés suite à un cas humain fatal. Ce fait a donné lieu à un article paru dans une revue internationale. Ces données seront utilisées pour l'élaboration d'un modèle statistique.

LA DENGUE

Bien que la dengue ait été signalée dans le pays dès le début du siècle, **les premières souches virales n'ont été isolées au Brésil** (Laboratoire des arbovirus de l'Institut E. Chagas) qu'en 1982.

■ Isolements

Deux échantillons de **Dengue 4** et 7 échantillons de **Dengue 1** ont été isolés à partir du moustique *Aedes seggypti*. Quatre échantillons de **Dengue 4** et 180 échantillons de **Dengue 1** ont été obtenus à partir de malades à Boa Vista en 1982, à Niterói en 1986 et dans différentes localités de l'Etat du Ceará en 1986.

Pour la **première fois au Brésil**, le virus de la **Dengue 2** a été isolé à partir d'un malade provenant d'Angola et hospitalisé à Belém.

■ Entomologie

Des essais de mise en évidence de la transmission transovarienne dans les conditions naturelles n'ont jusqu'à présent donné que des résultats négatifs.

AUTRES ARBOVIRUS

■ Les cycles des arbovirus

Tous les prélèvements d'hôtes vertébrés ou invertébrés qui ne sont pas considérés hôtes potentiels du virus de la fièvre jaune sont, soit inoculés à des souris nouveaux-nés pour tentative d'isolement de virus dans le cas des organes, soit soumis à des tests sérologiques dans le cas des sérums sanguins.

Les cycles selvatiques de nombreux arbovirus ont ainsi pu être décrits ou complétés, connaissant les espèces d'arthropodes et vertébrés positifs. La synthèse des données existantes sur l'écologie et le comportement de ces hôtes a permis de dégager les principales voies par lesquelles s'est faite la diversification écologique des arbovirus en Amazonie.

Cependant, seuls les arbovirus mis en évidence chez des oiseaux (12 423 spécimens testés, totalisant 304 espèces différentes dont 168 positives pour au moins une espèce virale) ont fait l'objet d'une étude détaillée, publiée récemment (voir la liste des publications en fin de dossier).

■ Sérologie

Tous les types de vertébrés sont prélevés pour tentatives d'isolement d'arbovirus ou détection d'anticorps.

Une première synthèse, basée sur l'interprétation des résultats de l'analyse de plus de 515 000 lots de diptères hématophages, 41 468 mammifères, 12 423 oiseaux, 6 052 reptiles et 1 509 amphibiens prélevés entre 1954 et 1992, ont permis de présenter les constatations qui suivent.

Chaque arbovirus occupe une niche écologique qui peut être caractérisée par l'importance relative des divers hôtes, vertébrés et invertébrés, qui participent à son cycle de transmission selvatique.

Deux arbovirus appartenant au même groupe sérologique, c'est-à-dire montrant un croisement lors de la réaction d'inhibition de l'héماغlutination, ne se rencontrent généralement pas chez le même hôte vertébré.

Il existe enfin une forte correspondance entre les modes de vie des vertébrés et arthropodes hôtes d'un même arbovirus et il a été possible de réaliser une classification écologique des arbovirus amazoniens suivant l'activité diurne ou nocturne des hôtes et les strates forestières où ils vivent.

FORMATION

■ Cours

DEGALLIER, N.; HERVÉ, J.P.; SA FILHO, G.C.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. Bioécologie du moustique urbain *Aedes aegypti* en rapport avec la transmission du virus de la dengue.

Table ronde sur l'épidémiologie de la Fièvre Jaune et sur le rôle de *Aedes Aegypti* dans la transmission de la Dengue et de la fièvre jaune urbaine - **Cours de spécialisation en médecine tropicale**, hôpital de la Marine, Belém, Pará, 16 de fevereiro de 1987.

DEGALLIER, N.; SA FILHO, G.C. 1989 et 1991. Les moustiques (Diptères, Culicidés) : Généralités - Classification - Importance vectorielle. **Cours multigr., 100 p., 50 figs. (1 disquette 800 Ko).**

■ Orientations de stages

Formation en entomologie médicale d'un pharmacien biochimiste et de deux techniciens de l'Institut Evandro Chagas, qui ont participé aux programmes de recherche de la section des Arbovirus do IEC.

Orientation d'un stage de 15 jours d'initiation et de collecte et d'identification des culicidés néotropicaux, réalisé par un médecin du secrétariat de la Santé de Recife (Pernambuco), du 6 au 17 juillet 1987.

Orientation d'un stage de 26 jours sur le diagnostic au laboratoire de la Dengue à une pharmacienne biochimiste de l'université fédérale de Alagoas, 20 juillet au 14 août 1987.

CONCLUSIONS

La coopération dans le domaine de l'entomologie médicale avec le Brésil et avec l'IEC en particulier apparaît comme fondamentale pour le développement de nouvelles méthodologies dans l'interprétation des connaissances sur l'écologie des arbovirus. Les résultats positifs obtenus n'ont été rendus possibles que grâce à la compétence des personnels de cette institution et grâce à la fiabilité des techniques de laboratoire utilisées.

Pour le futur, les efforts doivent être soutenus en ce qui concerne les travaux de synthèse et l'actualisation technologique : informatisation, biologie moléculaire. Dans le domaine méthodologique il convient de passer de la phase observatrice et descriptive actuelle à une phase plus modélisatrice et prévisionnelle.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

DEGALLIER, N.; HERVÉ, J.-P.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; SA FILHO G.C. 1987. A ecologia dos arbovirus na Amazônia : pesquisas atuais e perspectivas. *Hiléia médica*, 8 (1) : 47-50.

TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; DEGALLIER, N.; HERVÉ, J.P.; SA FILHO, G.C. 1987. La recherche sur les arbovirus en Amazonie, 223-247. In : Connaissance du milieu amazonien. Actes du séminaire, 15 et 16 octobre 1985 Paris, éd. ORSTOM, coll. Colloques et Séminaires, 319 p.

VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; GUERREIRO, S.C.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. 1989. Primeiro registro de epidemias causadas pelo vírus Oropouche nos Estados de Maranhão e Goiás, Brasil. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo*, 31(4) : 271-278.

DEGALLIER, N.; SA FILHO, G.C.; SILVA, O. V. da; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. 1990. Comportamento de pouso sobre partes do corpo humano, em mosquitos da floresta

- Amazônica (Diptera : Culicidae). *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Zoologia*, Belém PA, 6(2) : 97-108.
- DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F. C.; GUERREIRO, S.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; HERVÉ, J.-P. 1991. Estimation du taux de survie, de la densité relative et du taux d'infection d'une population d'*Haemagogus janthinomys* Dyar (Diptera, Culicidae) ayant fourni des souches de fièvre jaune en Amazonie brésilienne. *Bull. Soc. Path. ex.*, 84 (4) : 386-397.
- TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; DEGALLIER, N.; VASCONCELOS, P.F. C. 1992. Caracterização e relacionamento antigênico de três novos Bunyavirus no grupo Anopheles A (Bunyaviridae) dos arbovirus. *Rev. Saúde públ.*, São Paulo, 26 (3) : 173-178.
- CORDELLIER, R.; DEGALLIER, N. 1992. Environment, arboviruses transmission and control of epidemics. *Cad. Saúde públ.*, Rio de Janeiro, 8(3), 121-128.
- DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F. C.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; SA FILHO, G.C.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. 1992. New entomological and virological data on the vectors of sylvatic Yellow fever in Brazil. *Ciência e Cultura, J. for the Braz. Assoc. for the Adv. of Sc.*, 44 (2/3) : 136-142.
- DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; HERVÉ, J.-P.; SA FILHO, G.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; RODRIGUES, S.G. 1992. Modifications of arboviruses transmission in relation with the construction of dams in Brazilian Amazonia. *Ciência e Cultura, J. for the Braz. Assoc. for the Adv. of Sc.*, 44 (2/3) : 124-135.
- DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; HERVÉ, J.-P.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; VASCONCELOS, P.F. C.; SILVA, C.J.M. da; BARROS, V.L.R.S.; DIAS, L.B.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; RODRIGUES, S.G. 1992. A comparative study of Yellow fever in Africa and South America. *Ciência e Cultura, J. for the Braz. Assoc. for the Adv. of Sc.*, 44(2/3) : 143-151.
- TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; HERVÉ, J.-P.; VASCONCELOS, P.F. C.; DEGALLIER, N.; RODRIGUES S.G. 1992. Arboviruses in Serra Norte, Carajás, Pará, Brasil. *Ciência e Cultura, J. for the Brazilian Assoc. for the Adv. of Sc.*, 44 (2/3) : 158-161.
- VASCONCELOS, P.F. C.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; PINHEIRO, F.P. 1992. Clinical and eco-epidemiological situation of human arboviruses in Brazilian Amazonia. *Ciência e Cultura, J. for the Brazilian Assoc. for the Adv. of Sc.*, 44 (2/3) : 117-124.
- DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; SILVA, J.M.C. da; RODRIGUES, S.G.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; SILVA, G.P. DA; SILVA, R.P. da. 1992. As aves como hospedeiros de arbovirus na Amazônia Brasileira. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Zoologia*, 8(1) : 69-111.
- Un total de 12 423 plasmas ou viscères d'oiseaux, distribués en 40 familles, 193 genres et 304 espèces, a été collecté en 18 localités de l'Amazonie brésilienne. 70 échantillons de 14 types différents d'arbovirus ont été isolés de ce matériel et 1 743 plasmas se sont avérés positifs pour au moins un type viral. Les arbovirus ont été classés selon les références écologiques, les strates et types de végétation et les espèces d'oiseaux hôtes. Le concept de niche écologique est introduit et discuté pour les arbovirus.

PRINCIPAUX CONGRÈS ET SÉMINAIRES

1984

HERVÉ, J.-P.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; SA FILHO, G.C. A febre amarela silvestre no Brasil e os riscos de propagação urbana. V e Simpósio Paraense sobre Imunizações, 10-14-09-1984, Belém, Pará, multigr., 11 p.

1985

TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; DEGALLIER, N.; HERVÉ, J.-P.; SA FILHO, G.C. La recherche sur les arbovirus en Amazonie. Séminaire « Connaissance du milieu amazonien », 15-16 octobre 1985, ORSTOM, Paris, multigr., 23 p.

TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; DEGALLIER, N.; SA FILHO, G.C.; HERVÉ, J.-P. Encefalites na Amazônia Brasileira. 1º Seminário Nacional de Zoonoses, 19 - 22 de outubro de 1985, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, multigr., 15 p.

1986

TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; DEGALLIER, N.; HERVÉ, J.-P.; VASCONCELOS, P.F.C., TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. & SA FILHO, G.C. A ecologia dos arbovírus na Amazônia : pesquisas atuais e perspectivas. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Universidade Federal de Mato Grosso, 02 a 07 de fevereiro de 1986, Cuiabá, Mato Grosso, multigr., 10 p.

HERVÉ, J.-P.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS da ROSA, A.P.A.; SA FILHO, G.C. A ecologia do vírus da Febre Amarela na Amazônia. Seminário amazônico de Medicina tropical e Saúde pública, 11 a 13 de novembro de 1986, Instituto Evandro Chagas, Fund. SESP, Belém, Pará, multigr., 4 p.

1988

VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; GUERREIRO, S.C.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. First outbreaks of Oropouche fever recognized in the states of Maranhão and Goiás, Brazil. 4º Encontro nacional de Virologia, 26 à 30 de outubro de 1988, Hotel Primus - São Lourenço - MG. Sociedade Brasileira de Virologia, resumos, p. 47.

1989

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; HERVÉ, J.-P.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; SA FILHO, G.C.; PINHEIRO, F.P. Modifications of arboviruses eco-epidemiology in Tucuruí, Pará, Brazilian Amazonia, related to the construction of an hydroelectric dam. In : Fifth Australian Arbovirus' Symposium, 28th August-1st September, 1989, Bardon Professional Development Centre (Brisbane), Queensland, multigr., 32 p., 7 figs, 3 tx.

Le projet, monté avec la Compagnie Eletronorte, a duré 5 ans. Son objectif principal était d'évaluer les impacts de la construction et du remplissage d'un grand barrage hydroélectrique sur la transmission des arbovirus sylvestres et les risques de contamination de la population humaine. Des comparaisons ont été faites entre les données virologiques et sérologiques issues de la zone du barrage de Tucuruí avant, pendant et après le remplissage du lac et dans une autre région de conditions similaires mais éloignée de l'influence du barrage (région d'Altamira). L'évolution de la sérologie

humaine est présentée en fonction du temps à Allamira et en fonction des phases de remplissage à Tukurui. Les résultats importants, mais cependant préliminaires et qui seront complétés par l'analyse des données entomologiques, sont présentés et discutés.

TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; SHOPE, R.E.; PINHEIRO, F.P.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; VASCONCELOS, P.F.C.; HERVÉ, J.-P.; DEGALLIER, N. Arbovirus research in the Brazilian Amazon. In : Fifth Australian Arbovirus Symposium, 28th August - 1st September, 1989, Bardon Professional Development Centre (Brisbane), Queensland, multigr., 15 p., 2 figs, 1 t.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; OSANAI, C.H.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. DELTA : um sistema informático simples, versátil e potente para manejo de dados sobre amostras virológicas. I Encontro Regional Sul de Virologia - Virológica 89, Florianópolis, SC, 9 a 13 de outubro de 1989, 1 poster 1, 5 m X 1, 5 m e demonstração com micro-computador.

1990

VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; DEGALLIER, N. Concomitant infections with parasites and arboviruses in Brazilian Amazon region - Clinical features and treatment implications, 412. In : VII^e congrès international de Parasitologie - VII International Congress of Parasitology, Paris Août 20-24 August, Résumés - Abstracts. Bull. Soc. fr. Parasitol., 8 (suppl. n° 1), 657 p.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; HERVÉ, J.-P.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; SA FILHO, G.C.; PINHEIRO, F.P. Alterações eco-epidemiológicas das arboviroses, com relação a construção da usina hidro-elétrica de Tucuruí, Pará, Brasil. Resultados preliminares. 5^o Encontro Nacional de Virologia - 26 a 30 de novembro de 1990 - Hotel Primus - São Lourenço - MG, Resumos - Sociedade Brasileira de Virologia, 1 poster de 1, 5 m x 1 m.

1991

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F. *Aedes aegypti*, (*Ae. albopictus*) e o Dengue no Brasil : qual(ais) a(s) solução(ões) ? Table ronde sur la dengue : XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina tropical, 24 a 28 de fevereiro de 1991, Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro - Uberaba - Minas Gerais.

DEGALLIER, N. [en collaboration avec : TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; HERVÉ, J.-P.; VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. : SA FILHO, G.C.; PINHEIRO, F.P.]. Les maladies de l'environnement dans le contexte de l'écosystème amazonien, 46-49. Actes du colloque Eco-développement amazonien - Traditions et Environnement, organisé par le conseil général de Guyane, 19-21 avril 1991, Cayenne, Guyane française, 181 p.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. Os arbovírus e os roedores como hospedeiros. II Seminário Belenense de Leptospirose e controle de roedores, 27 - 29 de maio de 1991, Secretária Municipal de Saúde, Belém, Pará.

TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. *Aedes albopictus* cells or suckling mice for isolation of Mayaro arbovirus ? Virológica 91 - II Simpósio Internacional sobre Arbovírus dos Trópicos e Febres Hemorrágicas, 17 a 23 de Novembro de 1991, CENTUR (Fundação Cultural Tancredo Neves), Belém, Pará, poster.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; SA FILHO, G.C.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. A

ecologia dos arbovírus na Amazônia. *Virologica 91* - II Simpósio Internacional sobre Arbovírus dos Trópicos e Febres Hemorrágicas, 17 a 23 de Novembro de 1991, CENTUR (Fundação Cultural Tancredo Neves), Belém, Pará, mesa redonda sobre « Epidemiologia das viroses transmitidas por vetores », multigr., 10 p., 9 fig.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; HERVÉ, J.-P.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; VASCONCELOS, P.F.C.; BARROS, V.L.R.S. de; DIAS, L.B.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; RODRIGUES, S.G. A Febre amarela na África e na América do sul. *Virologica 91* - II Simpósio Internacional sobre Arbovírus dos Trópicos e Febres Hemorrágicas, 17 a 23 de Novembro de 1991, CENTUR (Fundação Cultural Tancredo Neves), Belém, Pará, mesa redonda sobre « Yellow fever », multigr., 12 p., 5 fig.

VASCONCELOS, P.F.C.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S. Encefalites por arbovírus na Amazônia. *Virologica 91* - II Simpósio Internacional sobre Arbovírus dos Trópicos e Febres Hemorrágicas, 17 a 23 de Novembro de 1991, CENTUR (Fundação Cultural Tancredo Neves), Belém, Pará, multigr.

1992

CORDELLIER, R.; DEGALLIER, N. Environment, arboviruses transmission and control of epidemics. Rio 92 : Conferência internacional de meio ambiente, desenvolvimento e saúde - CIMADES, 20 a 24 de abril de 1992 - Fundação Oswaldo Cruz, Campus de Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ.

DEGALLIER, N.; SA FILHO, G.C.; VAZ DA SILVA, O.; BRANDÃO (R.C.F.), MOYSES (M.) & TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. Bioecological studies on mosquito vectors of arboviruses in Brazilian Amazon : the gonotrophic cycle and survival, 228. In : 100 anos de Virologia, VI Encontro Nacional de Virologia, 8 a 11 novembro 92, São Lourenço MG, *Programas e Resumos*, Sociedade Brasileira de Virologia : 292 p.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; VASCONCELOS, P.F.C.; SA FILHO, G.C.; TRAVASSOS DA ROSA, E.S.; RODRIGUES, S.G.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. Evolutionary aspects of the ecology of arboviruses in Brazilian Amazonia, South America, Abstract. In : Arbovirus Research in Australia, Sixth Symposium, December 7-11th, 1992, CSIRO/ QIMR, Brisbane, Queensland, Australia.

TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S.; VASCONCELOS, P.F.C.; DEGALLIER, N. The arboviruses in Amazon Indian communities, Brazil, poster presentation. Arbovirus Research in Australia, Sixth Symposium, December 7-11th, 1992, CSIRO/ QIMR, Brisbane, Queensland, Australia.

DEGALLIER, N.; SA FILHO, G.C.; VAZ DA SILVA, O.; BRANDÃO, R.C.F.; MOYSES, M.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. Bioecological studies on mosquito vectors of arboviruses in Brazilian Amazon : the gonotrophic cycle and survival, poster presentation. Arbovirus Research in Australia, Sixth Symposium, December 7-11th, 1992, CSIRO/ QIMR, Brisbane, Queensland, Australia.

GÉOGRAPHIE

PROJET ORSTOM/CNPq

EXPANSION DE LA FRONTIÈRE DÉMOGRAPHIQUE ET ÉCONOMIQUE DE LA SOCIÉTÉ BRÉSILIENNE EN AMAZONIE : DYNAMIQUE DU CHANGEMENT SOCIAL ET ÉVOLUTION DES FORMES DE PRODUCTION

Localisation

musée Paraense Emilio Goeldi (MPEG), Belém, Pará

Chercheurs ORSTOM

Philippe LÉNA (depuis 1984), géographe, responsable du projet ;
Bruce ALBERT¹⁾ (depuis 1985, mais affecté à l'université de Brasília
depuis 1987), anthropologue ; Philippe HAMELIN (1985-1988), démographe ;
Odile LESCURE (de 1987 à 1992, affectée à Manaus), linguiste (1) ;
Christian GEFFRAY (depuis 1990), anthropologue ; Jacky PICARD (depuis 1991),
géographe, boursier ; Anne LEBORGNE (depuis 1992),
agro-économiste, boursière ; Nathalie PETESCH,
ethno-écologiste, en missions

Partenaire responsable

Adélia E. de OLIVEIRA (depuis 1984), anthropologue, coordinatrice du projet ;

Chercheurs du musée GOELDI

Priscila FAULHABER BARBOSA, anthropologue (depuis 1985) ;
Roberto ARAUJO, anthropologue (depuis 1985) ;
Rodrigo PEIXOTO, sociologue (depuis 1987)

Durée du projet

de fin 1984 à fin 1994

1) B. ALBERT et O. LESCURE ayant développé l'essentiel de leurs activités en dehors du musée Goeldi, leurs recherches sont décrites dans le cadre de la coopération avec les institutions où ils étaient affectés.

HISTORIQUE

Au départ, une visite du directeur du Département d'écologie de l'INPA (Institut national de recherche d'Amazonie, de Manaus) au Projet Taï (Côte-d'Ivoire)

Les origines du programme remontent à la visite qu'effectue, en 1977, H.O.R. SCHUBART, alors directeur du Département d'écologie de l'INPA et futur directeur de cette institution, au Projet TAI de Côte-d'Ivoire (MAB/UNESCO) et à l'équipe de chercheurs ORSTOM qui y travaille (J.-L. GUILLAUMET étant le directeur du Projet et P. LÉNA le coordinateur des recherches en sciences humaines). Après avoir effectué un séjour sur le terrain et entendu quelques exposés faits par les chercheurs du Projet, M^r. SCHUBART invite J.-L. GUILLAUMET, accompagné de F. KHAN [botaniste] et P. LÉNA, à monter à Manaus un programme de recherche similaire.

P. LÉNA arrive à Manaus en février 1980 et apprend que le CNPq souhaiterait qu'il travaille non pas avec ses collègues naturalistes (qui, d'ailleurs, vont travailler sur des bassins versants dépourvus d'hommes) mais avec P. FEARNSIDE (écologiste nord-américain de l'INPA) dans le Rondônia, Etat qui connaît alors un boom migratoire impressionnant. Etant donné que le thème (migrations, occupation de terres neuves, etc.) est le même que celui sur lequel il travaillait en Côte-d'Ivoire, il accepte sans problème.

La mise en place du programme actuel

Durant toute une période de découverte du terrain, d'adaptation aux structures, à la langue et aux conditions de recherche, l'affectation à l'INPA se révèle satisfaisante. Néanmoins, lorsqu'il s'est agi d'approfondir la problématique et d'engager des échanges et dialogues avec des collègues brésiliens, un certain nombre de carences furent ressenties : pas d'échanges locaux étant donné l'absence d'autres chercheurs de sciences humaines dans l'Institut ; énormes carences de la bibliothèque pour ce qui est des sciences humaines, etc.

C'est pourquoi il mit à profit l'invitation faite par le musée Goeldi, en la personne de son directeur d'alors M. José SEIXAS LOURENÇO, pour changer d'affectation et être muté au Département de sciences humaines du musée à partir du mois de juillet 1984. Ce sera l'occasion de monter un programme autonome de recherche sur l'occupation de l'Amazonie, en collaboration avec M^{me} Adélia de OLIVEIRA, co-responsable brésilienne et directrice du Département de sciences humaines. A.E de OLIVEIRA venait de publier un important travail sur le processus historique d'occupation de l'Amazonie (2) et souhaitait que le musée Goeldi puisse de cette façon sortir de sa spécialité traditionnelle (ethnographie indigène et anthropologie des populations riveraines) et renforcer les recherches sur les dynamiques sociales amazoniennes actuelles.

P. LÉNA obtient l'affectation d'un démographe (P. HAMELIN) en juin 1985, ainsi que la collaboration de B. ALBERT, spécialiste des indiens Yanomami. En 1987, la linguiste O. LESCURE sera également intégrée au programme.

En juin 1988, P. HAMELIN rentrera en France après un séjour de trois ans dans le programme, mais continuera à y travailler sous forme de missions jusqu'à aujourd'hui. En juin 1990, C. GEFFRAY (anthropologue) sera affecté sur le programme.

Du côté brésilien, le projet obtient la collaboration de P. BARBOSA, anthropologue, fin 1985 (doctorat soutenu en 1992) et celle de R. ARAUJO qui, étudiant à Nanterre, vient faire sa maîtrise, puis son doctorat, dans le cadre du Projet (mémoire défendu en octobre 1986 et

2) Il s'agit du chapitre « Ocupação humana », p. 144-327 du livre publié en collaboration avec E. SALATI, W.J. JUNK et H.O.R. SCHUBART : « Amazônia: desenvolvimento, integração, ecologia ». CNPq/Brasiliense, São Paulo, 1983.

soutenance de thèse de doctorat prévue pour le 20 octobre 1993 à l'université de Nanterre). En septembre 1987, R. PEIXOTO rentrera également dans le programme et y fera son mestrado (soutenu en mai 1990 ; il prépare actuellement un doctorat en Angleterre).

PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME

Un objet de recherche complexe et diversifié

Depuis le début des années 70, l'Amazonie est le théâtre d'un processus d'occupation violent et désordonné, au sein duquel interfèrent les interventions étatiques, les stratégies des grandes entreprises et des éleveurs, ainsi que divers courants migratoires portés par l'espoir d'une ascension sociale (accès à la terre, aux ressources naturelles, à l'autonomie, etc.). Ces dynamiques récentes, fortement marquées par l'idéologie pionnière, mettent en place des stratégies d'appropriation foncière, aidées en cela par la loi brésilienne qui reconnaît le droit de propriété à ceux qui occupent spontanément des terres publiques ou considérées comme inoccupées. Ces nouvelles formes d'appropriation, qu'elles soient le fait de l'Etat (entreprises publiques, forces armées...), des exploitants de bois, des grandes entreprises cherchant à diversifier leurs placements ou leurs activités, des éleveurs du Sud qui profitent des incitations fiscales et du bas prix de la terre, des agriculteurs cherchant à accroître leur patrimoine, des travailleurs ruraux sans terre, des chercheurs d'or, des spéculateurs de tous ordres, etc., viennent se superposer aux anciennes formes d'occupation de l'espace et de contrôle du travail. Celles-ci sont issues de siècles d'esclavage et de l'organisation de l'exploitation du latex au siècle dernier, et la société régionale en porte encore l'empreinte. Elles entrent tout particulièrement en conflit avec les intérêts des populations indigènes, et d'une façon générale, avec les modes d'appropriation du sol et des ressources des populations dites « traditionnelles » (collecteurs de caoutchouc, paysans-collecteurs, pêcheurs, etc.). Ce faisant, ces dynamiques colonisatrices engendrent des réactions défensives de type identitaire chez les populations concernées, fondées sur la préservation de leur territoire et de ses ressources. Les mouvements sociaux qui en sont issus sont à la recherche d'une forme d'expression politique sur la scène nationale et internationale, qui leur permette d'arriver à leurs fins.

Du côté des pouvoirs publics et des colons, cependant, chacun invoque une forme de légitimité susceptible, à leurs yeux, de justifier l'appropriation de portions d'espace amazonien, qu'il s'agisse du « vide démographique », de la nécessaire construction nationale, du progrès, de la pauvreté, etc.

On est donc en présence de **territorialités conflictuelles**, mettant en jeu des stratégies foncières offensives ou défensives (et parfois les deux à la fois dans le cas de petits agriculteurs qui ont occupé spontanément la terre et sont ensuite eux-mêmes menacés d'expulsion par des projets gouvernementaux ou l'avancée des éleveurs) et de leurs expressions idéologiques et politiques.

L'arrivée des immigrants et la reprise d'initiative des populations historiquement dominées ont provoqué la crise de l'ancien mode de domination/exploitation et l'exacerbation des conflits. D'autre part, c'est un modèle d'occupation extrêmement prédateur qui s'est mis en place grâce au laissez-faire, à la corruption, à l'absence de l'Etat et de formes consensuelles de régulation sociale. Ce modèle a déboisé une superficie égale à celle de la France en 20 ans (pour une densité globale de 4 hab./km², qui peut cependant dépasser 20 hab./km², dans les zones rurales situées le long des axes de pénétration (3)), a entraîné une grave pollu-

tion par le mercure de nombreuses rivières amazoniennes, et menace de disparition nombre d'espèces animales et végétales. Les exigences de réduction des émissions de gaz carbonique et de préservation de la biodiversité sont à l'origine de pressions internationales qui s'expriment par la nécessité d'intégrer la variable environnement dans tout projet de développement pour obtenir des financements de la part des organismes bailleurs de fonds (Banque mondiale, BID, G7, etc.) et des ONGs. En conséquence, le comportement « écologique » devient peu à peu un des arguments clés pour étayer les revendications identitaires, socio-économiques et territoriales des populations amazoniennes... et obtenir le soutien des ONGs nationales et internationales, avec toutes les ambiguïtés et contradictions que cela suppose.

De la nécessité de mettre au point de nouveaux outils conceptuels

Pour appréhender cette complexité, les outils classiques paraissaient insuffisants. Les modèles « d'expansion de la frontière », inspirés du cas nord-américain, ne rendaient compte ni de la discontinuité, ni de l'hétérogénéité du processus d'occupation. Surtout, ils ne pouvaient appréhender la complexité des rapports sociaux observés. Les théories de l'accumulation primitive, ou des rapports centre-périphérie, se basaient sur un modèle d'expansion capitaliste mécaniste et tendaient à confondre l'expansion (réelle) du capital (et des échanges monétaires) avec l'expansion de rapports sociaux capitalistes. Or il faut bien constater que ces derniers sont encore minoritaires en Amazonie. Celle-ci est en fait dominée par **une économie informelle**, régionalement diversifiée en fonction de la nature des ressources, de l'histoire locale et des formes de l'occupation récente. **Les rapports sociaux sont essentiellement de type vertical** (patron-client) et non de type horizontal (de classe). On observe **une grande mobilité** au niveau des formes de travail, une même personne pouvant travailler temporairement au *garimpo* (recherche de l'or), dans l'agriculture, en tant que salarié d'une entreprise et enfin comme petit commerçant en quelques années voire quelques mois. Certaines activités sont menées simultanément. C'est pourquoi une analyse en termes de classes est de portée limitée. De même, parler de « paysannat », et surtout en faire un groupe homogène, doté d'objectifs et d'un mode de vie particulier, en quelque sorte réifié, qui s'oppose aux autres secteurs de l'économie, **relève dans ces conditions d'une profession de foi**. On pourrait faire la même observation pour d'autres groupes sociaux : certaines populations indigènes exploitent le bois, l'or, font de l'élevage, etc. La plupart des collecteurs (caoutchouc, noix du Brésil...) sont avant tout des cultivateurs ; certains vendent des coeurs de palmier à des entreprises exportatrices, des bois précieux aux scieries, veulent devenir éleveurs, etc.

C'est l'**hégémonie de l'informel** (y compris au niveau des formes d'appropriation et d'échange de biens tels que le sol et les ressources) qui permet cette mobilité et diversité des formes de travail. C'est elle qui permet également à toutes les catégories et classes sociales de voir l'Amazonie comme un lieu de possible ascension économique et sociale.

Deux questions principales pouvaient être dégagées dès le début des années 80, auxquelles tentaient de répondre, en partie et chacune à leur manière, les deux recherches les plus anciennes autour desquelles sera monté le programme en 1984 :

- **comment et sur quelles bases les populations locales peuvent-elles assurer le contrôle de leur destin** face à l'expansion territoriale de la société globale? (Axe de recherche : anthropologie des Yanomami du Roraima, B.ALBERT) ;
- **quels sont les mécanismes sociaux qui entraînent l'expansion territoriale** et la géné-

3) Dans ces zones occupées par de petits et moyens agriculteurs, plus de 50 % de la forêt ont été abattus ; ce chiffre peut approcher 100 % dans certaines parties de ces zones où l'élevage est devenu dominant.

ralisation des pratiques extensives? (Axe de recherche : Etude des formes de colonisation agraire, P. LÉNA).

Avec la croissance du programme, les questions ont été affinées et élargies. Le programme s'est alors donné pour but :

- l'identification des catégories et groupes sociaux en cause, ainsi que l'analyse de leurs formes d'expression (organisation, contenu des discours...) ;
- la compréhension des enjeux matériels et sociaux des conflits ;
- l'analyse des stratégies développées par les différents groupes ainsi que l'étude des dynamiques sociales, démographiques et économiques qui les sous-tendent ;
- l'analyse des représentations propres aux différents acteurs ;
- la mise en évidence de la forme dominante prise par le lien social en Amazonie, ses rapports avec l'histoire régionale et nationale, et son évolution actuelle.

Un projet qui est un vaste programme

Principales recherches :

(Seules sont prises en compte les recherches effectuées au musée GOELDI.)

Équipe française :

- Sous-projet de P. LÉNA : « **Etude du processus de différenciation interne chez les agriculteurs immigrés ; trajectoires socio-économiques et stratégies des acteurs** ».
- Sous-projet de C. GEFFRAY : « **Les groupes sociaux dominants et l'Etat en Amazonie** ».
- Sous-projet de P. HAMELIN : « **Démographie et développement rural sur la route transamazonienne** ».
- Sous-projet de J. PICARD : « **Extorsion marchande, représentations et développement en Amazonie** ».
- Sous-projet de A. LEBORGNE : « **Les migrations de petits agriculteurs du Sud-Ouest du Parana vers l'Amazonie** ».

Équipe brésilienne :

- Sous-projet de A. de OLIVEIRA : « **Histoire du mouvement d'occupation de l'Amazonie, de l'époque coloniale jusqu'à aujourd'hui** ».
- Sous-projet de P.F. BARBOSA : « **Mouvements ethniques à base territoriale sur le Haut-Amazone** ».
- Sous-projet de R. ARAUJO : « **Migrations familiales et paternalisme sur la transamazonienne** ».
- Sous-projet de R. PEIXOTO : « **L'idéologie dans la relation entre l'Eglise catholique et le mouvement paysan dans le Sud du Pará** » (mestrado). Cette recherche est aujourd'hui achevée ; le chercheur est actuellement en Angleterre pour son doctorat, son nouveau programme est intitulé : « La production des élites politiques dans le Sud du para ».

RÉSULTATS ET VALORISATION

Des résultats importants, un grand nombre de publications

Le programme s'est efforcé de maintenir une approche scientifique, éloignée du débat idéologique exacerbé dont font en général état les recherches portant sur l'Amazonie, posture qui a permis de mettre en lumière un certain nombre de phénomènes qui jusque-là avaient été peu mis en relief tels que :

- le caractère général du contrôle de l'accès au marché comme mode de soumission du travail et d'accumulation, autrement dit l'absence de marché libre et anonyme en Amazonie ;
- la prévalence des relations verticales de type « patron-client » sur les relations horizontales, de classe ou corporatistes, ainsi que la permanence des relations personnelles non contractuelles (porrainage, etc.) ;
- la logique qui se cache sous l'extension des pâturages ou la revente des terres par les petits producteurs ; la séparation opportuniste entre le discours et les pratiques des populations amazoniennes prises dans les rets des médias et des ONGs ;
- ou bien encore, à travers un récent travail de C. GEFFRAY, la structure profonde des relations qui président à « l'aviamento » (système d'avance financière sur production ou travail).

Le fait sans doute le plus remarquable est que les différents sous-projets, menés dans des zones différentes, avec des problématiques diverses, ont peu à peu convergé autour d'une problématique commune : l'étude des formes et des conséquences du mode d'exploitation dominant en Amazonie. Ce mode d'exploitation a été qualifié de « paternaliste » dans la mesure où il tisse des liens sociaux verticaux de dépendance, toujours associés à des actions redistributives et prestataires. Ces réseaux verticaux, au-delà de l'extorsion qu'ils pratiquent (corruption, malversations de fonds publics, exploitation...), empêchent la libre concurrence et l'association horizontale des producteurs ayant des intérêts communs. Force est de constater que les syndicats et associations tendent à reproduire ce modèle. L'Etat lui-même a des caractéristiques clientélistes marquées : les fonds et projets publics doivent avant tout servir de tremplin électoral.

Ignorer ce trait fondamental de la société amazonienne, lié à son histoire particulière, aurait de graves conséquences pour tout projet visant la transformation des rapports sociaux ou simplement l'amélioration des conditions de vie. Ces interventions pourraient bien avoir l'effet inverse des objectifs souhaités, en renforçant les mécanismes paternalistes grâce à la mise à disposition de nouveaux « biens » ou de nouvelles mannes à redistribuer sélectivement.

Cette nouvelle approche, mise au point au sein du projet, est maintenant connue grâce aux cours, séminaires (y compris dans d'autres villes brésiliennes) et aux stagiaires qui ont participé au programme.

Ce projet a donné naissance à un grand nombre de publications (plus de 50) dans des revues internationales, françaises et brésiliennes (cf. la liste des principales publications) et est à l'origine du montage de plusieurs séminaires, colloques et ouvrages collectifs.

Une importante participation à la vie de la communauté scientifique

L'équipe dans son ensemble a participé au moins à 65 séminaires, la plupart au travers de communications écrites et orales, parfois comme animateurs, modérateurs, ou présidents de session. Les séminaires et colloques suivants ont été organisés par des membres de l'équipe :

- P. LÉNA, 1985 : Co-organisateur, avec J-L. GUILLAUMET et J-P. LESCURE, du séminaire tenu à Paris (ORSTOM) en octobre 1985 : « Connaissance du milieu amazonien ». P. LÉNA a invité pour cette occasion la co-responsable de son Projet (A. de OLIVEIRA) et un professeur de l'université de Rio de Janeiro dont les travaux sur l'Amazonie sont reconnus internationalement, et avec laquelle des échanges fructueux sont maintenus (M^{me} Berta BECKER). Ce séminaire a donné lieu à la publication par l'ORSTOM du livre « **Connaissance du milieu amazonien** ».
- P. LÉNA, 1988 : Organisateur du colloque : « Amazônia : a fronteira agrícola 20 anos depois », tenu à Belém en décembre 1988. Les participants au projet ont pu présenter leurs travaux et les confronter à ceux des chercheurs et groupes de recherches invités (parmi les

plus importants en ce qui concerne l'Amazonie). Une sélection des travaux présentés a été effectuée. P. LÉNA s'est chargé, en collaboration avec A. de OLIVEIRA RODRIGUES, de la sélection, organisation et correction des textes qui ont été publiés sous forme de livre.

- P. LÉNA, 1989 : Co-organisateur, avec CARLOS KNUDSEN (UFPA) du colloque : « Ecologia, desenvolvimento socio-econômico e cooperação científica na Amazônia », tenu à Belém en octobre 1989. Une sélection de textes (dont celui de P. Léna) a été publiée sous forme de livre par l'UFPA et l'UNAMAZ.
- Les deux responsables du programme (A. de OLIVEIRA et P. LÉNA) ont participé aux conférences scientifiques qui accompagnaient la tenue de la conférence internationale sur l'Environnement et le Développement (RIO 92).

Une bonne diffusion dans les médias

- Un film de 52 mn en 16 mm avec copie en portugais « **Les pionniers de l'Amazonie** », a été réalisé au sein du projet par Eliseu EWALD, Denis RUELLAN et Philippe HAMELIN, avec pour conseillers scientifiques P. LÉNA et R. ARAUJO. Ce film a bénéficié d'aides financières de l'ORSTOM et du MAE français. Il existe un projet de participation à un autre film.
- Différentes participations à des émissions de télévision (P. LÉNA a ainsi été interviewé dans le film sur l'Amazonie de M. CHEVALLET, diffusé sur Antenne 2 en 1985, ainsi que dans le film de A. MICHILES diffusé sur TV Cultura en septembre 92) et de radio (P. LÉNA a été interviewé par France-Culture, une radio canadienne, une radio allemande et une radio norvégienne ; P. HAMELIN par une radio canadienne, etc.).
- Des membres du programme sont cités ou interviewés dans divers articles de journaux, ainsi que dans des livres grand public.
- P. HAMELIN a collaboré à l'exposition « **L'Amazonie en France** », organisée par le CNRS, pour laquelle ont été réalisés des panneaux montrant les activités de l'ORSTOM en Amazonie.

Des chercheurs du programme ont été sollicités comme experts

- P. LÉNA a réalisé trois diagnostics pour la SUDECO (Mato Grosso du Sud, Nord du Goiás et Mato Grosso), un rapport à l'UNICEF sur la situation de l'enfance et de l'adolescence dans les zones de colonisation et un rapport à la Banque mondiale sur la situation sociale en Amazonie.
- P.F. BARBOSA et C. GEFFRAY ont eu à fournir des consultations à la FUNAI et A. de OLIVEIRA a été souvent sollicitée pour des réunions d'experts sur l'Amazonie.

PARTENARIAT ET FORMATION

Des échanges soutenus

L'accueil en France de chercheurs brésiliens a été rendu possible grâce à des postes d'accueil ou d'autres formules. Ainsi A. de OLIVEIRA a pu participer à un colloque organisé par l'ORSTOM en 1985 à Paris ; P.F. BARBOSA a pu rester quatre mois en poste d'accueil en 1990, et R. ARAUJO a eu un poste d'accueil, puis une allocation de l'ORSTOM.

Par ailleurs, les chercheurs français ont été invités à participer à la vie scientifique du musée : P. LÉNA est membre du Conseil Scientifique du Département de sciences humaines et referee du service des éditions, C. GEFFRAY est également referee. La participation à l'évaluation des programmes et à la discussion des axes de recherche du département a été très profitable pour

les deux parties. Cette intégration a permis que l'influence du programme se fasse sentir au-delà des participants immédiats, créant un petit cercle de personnes avec lesquelles des échanges réguliers sont maintenus.

Par ailleurs, au-delà des rencontres scientifiques habituelles, C. GEFFRAY a réalisé un séminaire au musée national de Rio et à l'université de São Paulo afin de diffuser les nouvelles hypothèses formulées au sein du programme.

Le programme a permis la formation de chercheurs et d'étudiants

L'encadrement de stagiaires (en particulier par P. LÉNA et P.F. BARBOSA) et les séminaires qui accompagnent cette fonction se sont révélés un excellent instrument de formation. Ainsi plusieurs stagiaires brésiliens ont réalisé des mémoires de conclusion de cours au sein du programme grâce à des bourses d'initiation ou de perfectionnement scientifique accordées par le CNPq.

Une maîtrise française (R. ARAUJO) et un mestrado brésilien (R. PEIXOTO) ont été réalisés au sein du programme; ainsi qu'un doctorat français (R. ARAUJO) et un doctorat brésilien (P.F. BARBOSA). Actuellement, deux membres français de l'équipe sont en voie de soutenir leur thèse en France en 1994 (J. PICARD et A. LEBORGNE) ainsi qu'un chercheur brésilien en Angleterre (R. PEIXOTO).

Des participations à des jurys de thèse ou la co-orientation de thèses ont été également importants pour la diffusion du style d'approche particulier à ce programme. Ainsi, P. LÉNA a participé au jury de trois mestrados importants pour la recherche amazonienne et est codirecteur d'un doctorat réalisé par une chercheuse brésilienne en Angleterre.

P. LÉNA a donné à l'INPA de Manaus le cours d'écologie humaine en 1983 et 1984 (90 heures/an), ainsi qu'un cours de démographie au secrétariat d'Etat à la Santé de l'Etat du Pará, destiné aux médecins et assistantes sociales (50 heures) en 1984.

C. GEFFRAY a donné un cycle de conférences au musée GOELDI en 1991.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Un programme qui a imprimé sa marque

Le projet est bien inséré dans les structures brésiliennes et apparemment très bien accepté, puisque les partenaires locaux demandent sa poursuite. Par ailleurs, le projet a trouvé sa « personnalité » et sa vitesse de croisière. Il a atteint un haut niveau de rendement scientifique. Les problèmes les plus importants sont clairement isolés et la méthodologie pour les aborder est au point, ce qui est révélateur du très large consensus qui règne au sein de l'équipe franco-brésilienne. Par la quantité, la qualité et la diversité des travaux réalisés et des résultats obtenus, c'est un **incontestable succès de coopération scientifique**.

La fin du programme sera marquée par la publication de plusieurs livres de synthèse, entre autres un ouvrage de C. GEFFRAY : « Les maîtres hors la loi », qui fait le point sur les principaux aspects des rapports sociaux en Amazonie. Ce livre sera publié simultanément en France et au Brésil, probablement fin 1993. R. ARAUJO et P. LÉNA organisent un symposium intitulé « Etat, crise du mode d'exploitation paternaliste et modernité en Amazonie », dans le cadre du XLVIII^e congrès international des Américanistes qui aura lieu à Stockholm en juillet 1994. Une participation massive des membres du projet est attendue, ainsi que celle de chercheurs brésiliens et français intéressés par le thème. La publication de ce symposium sous forme de livre marquera la fin du programme.

Le programme a par ailleurs permis de faire surgir de nouvelles problématiques et de nouveaux objets de recherche qui seront ultérieurement proposés aux instances scientifiques franco-brésiliennes.

Enfin, la démarche mise au point progressivement au cours du programme, la posture théorique ainsi que les concepts qui ont été mis en avant, sont en train de faire école au-delà des limites du programme, et paraissent destinés à laisser **une marque originale** dans le champ scientifique amazonien.

SÉLECTION DES PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS DANS LE CADRE DU PROJET

ARAUJO, R. 1991. Réseaux migratoires et groupes locaux sur la Transamazonienne, in : « Migrations, changements sociaux et développement » P.Vimard et A. Quesnel (orgs.) ; coll. **Colloques et Séminaires**, ORSTOM, Paris, pp. 261-278.

La migration vers l'Amazonie n'est ni un mouvement collectif ni une démarche totalement individuelle. Le rôle des réseaux familiaux, de parrainage, de voisinage et d'amitiés antérieures est très important, non seulement pour le processus migratoire mais aussi pour la constitution de groupes locaux et de réseaux de clientèle à caractère économique, politique et religieux.

ARAUJO, R. 1991. Campo religioso e trajetórias sociais na Transamazônica, in : « **Amazônia, a fronteira agrícola 20 anos depois** ». P.Lêna e A.E. de Oliveira (org.), MPEG-CNPq/ORSTOM, Belém, p. 125-144.

Est présentée dans ce texte la logique sociale qui préside à la structuration d'un champ religieux polarisé par l'opposition entre l'Eglise catholique et les sectes protestantes pentecôtistes. Les « communautés de base » créées par l'Eglise catholique prêchent un idéal égalitaire et visent la transformation de l'ordre social. Les sectes pentecôtistes opposent à cela une certaine acceptation de la différence, tempérée par la moralisation de la conduite individuelle, et l'idée que s'enrichir honnêtement plaît à dieu. Ces deux visions du monde influencent les luttes sociales et le champ politique local.

BARBOSA, P.F. 1988. Tradição e mudança no Médio-Solimões. estrutura social e movimentos de base territorial. in : « **Fronteiras** », C.Aubertin (org.). UnB/ORSTOM, Brasília, pp. 195-214.

Bien que la région ne soit pas une zone de « frontière » au sens démographique et économique classique, elle n'en subit pas moins une intervention croissante de l'Etat (gestion du territoire, projets de développement) et la diffusion d'une représentation de la terre comme marchandise. La société traditionnelle s'en trouve désorganisée et cherche à se restructurer défensivement autour de l'idée de territoire, en faisant intervenir la revendication d'identité ethnique. Ce mouvement est aidé par les agences confessionnelles et les syndicats.

BARBOSA, P.F. 1989. A terceira margem : índios e ribeirinhos do médio Solimões. **Revista Terra Livre n° 6 : território e cidadania**. São Paulo, Marco Zero/AGB, pp. 77-92.

Le texte présente les revendications territoriales des groupes sociaux du Médio Solimões dans leur contexte historique et social.

BARBOSA, P.F. 1991. Soldados da terra : territorialização indígena e reversibilidade do saber sobre a fronteira. In : « **Amazônia, a fronteira agrícola 20 anos depois** ». P.Lêna e A.E. de Oliveira (org.), MPEG-CNPq/ORSTOM, Belém, pp. 23-36.

L'auteur tente ici une interprétation anthropologique du processus de démarcation des terres indigènes du Médio Solimões, processus auquel les Indiens ont activement participé. Les stratégies d'utilisation et d'appropriation des terres sont interprétées à partir du point de vue indigène. Il est possible

de voir comment le processus intègre à la fois des codes propres à la société traditionnelle et d'autres qui relèvent du cadre juridique. Le mouvement, dans son développement, est en constante interaction avec les acteurs qui représentent la société nationale, dans une sorte de dialogue permanent et de réappropriation partielle du discours de l'autre.

BARBOSA, P.F. 1991. Y el barco se hizo libro : encanto y desencanto en el mundo imaginario indígena en Tefé, In : « **Etnohistoria del Amazonas** », Jorna, Malaver y Oostra (orgs.) - col. 500 anos n° 36, Quito, MLAL, Abya-Yala.

Les représentations des Indiens du Médio-Solimões sont analysées et interprétées à partir de la tentative qu'avait fait l'auteur de publier des légendes telles que les racontaient les Indiens, avec des dessins faits par eux, et portant leurs propres interprétations (livre « *O navio encantado* » publié par le musée Goeldi en 1986). C'est en particulier l'image du bateau (important depuis l'apparition, au XVIII^e, des bateaux commerçants qui apportaient les marchandises troquées contre des produits de cueillette) et ses métamorphoses actuelles qui sont analysées.

BARBOSA, P.F. 1992. Terra devastada, In : **Aconteceu : Povos indígenas no Brasil 1987/-88/89/90**, CEDI, São Paulo, p.259-264.

Présentation des problèmes que doivent affronter les indiens du Médio Solimões face aux transformations de l'utilisation des ressources et aux tentatives d'appropriation de leurs terres directes ou indirectes.

GEFFRAY, C. 1992. Une forêt pavée de bonnes intentions, **Le Nouvel Observateur**, n° spécial n° 11 « Demain la terre », pp. 64-65, Paris.

L'auteur montre ici les dangers de l'assimilation des Indiens et des seringueiros aux idéaux « écologiques » de la société urbaine, en particulier occidentale. Outre l'équation indien=nature=forêt préservée, qui tend à naturaliser une société (avec les dérives anti-éthiques que cela pourrait entraîner), l'assimilation à la nature et aux exigences de la préservation contraint ces populations à se mouler dans une image d'eux-mêmes tissée ailleurs, afin de continuer à recevoir les mannes des ONGs et autres assesseurs bien intentionnés.

GEFFRAY, C. 1992. La dette imaginaire des collecteurs de caoutchouc. **Cahiers de Sciences humaines**, 28 (4) : 705-725. Paris.

Le principe de la subordination du travail des seringueiros à leurs « patrons » résulte du monopole que ces derniers exercent collectivement sur les moyens de circulation des biens (moyens de transport et d'échange). Les patrons parviennent ainsi à s'approprier la totalité de la valeur marchande du produit du sur-travail effectué par la « clientèle » de leur marché captif (le seringal). La transaction marchande n'est que la forme prise par les transferts effectifs qui se réalisent à l'intérieur du marché captif et qui se résolvent en ceci : remise de moyens de subsistance et de travail contre la totalité de la production marchande (transaction commune en Amazonie et appelée *aviamento*). Dans le cadre de cette fiction marchande, la dette n'est que la forme comptable de la dépendance du « client », enregistrée sur le livre de compte qui s'institue. L'auteur propose une analyse de l'*aviamento* qui écarte l'explication par l'endettement.

HAMELIN, P. 1990. Occupation humaine le long de la transamazonienne : le cas d'Uruara. **Cahiers du Brésil contemporain**, n° 11, pp. 77-94. Paris.

L'auteur intègre la colonisation agricole contemporaine en Amazonie dans l'histoire de l'occupation de la région tout en montrant la rupture radicale avec le passé que représentent les politiques gouvernementales menées depuis 1970. La région étudiée a suivi toutes les phases successives de la frontière, du mythe pionnier à la crise économique. Aujourd'hui, plus raisonnable et prudente, elle tente de construire un avenir viable en cherchant la stabilité et la diversification des activités économiques.

HAMELIN, P. 1991. O fracasso anunciado. In : « **Amazônia, a fronteira agrícola 20 anos depois** ». P. Léna e A.E. de Oliveira (org.), MPEG-CNPq/ORSTOM, Belém, pp. 161-176.

La région de la transamazonienne, ici étudiée depuis le début de la colonisation agraire, a réussi à obtenir une croissance économique réelle contre toutes les prévisions. Elle traverse aujourd'hui une

crise, due en partie à la chute du prix du poivre et du cacao, en partie à la crise des finances publiques qui n'ont pas les moyens de maintenir les infrastructures. Un certain nombre de scénarios sont proposés, qui dépendront non seulement des décisions politiques mais aussi de la capacité de la société locale à s'organiser et à s'adapter aux nouvelles exigences.

HAMELIN, P. 1991. Um projeto expulsa o outro. In : « **O cerco esta se fechando** ». J. Hébert (org.), Vozes, Petropolis, pp. 215-226.

L'auteur analyse les conséquences probables de la réalisation du complexe hydro-électrique de la boucle du Xingu (en particulier du barrage de Kararaô) sur les populations locales. Il conclut que les œuvres pharaoniques ont un impact profondément destructurant sur une société encore peu organisée comme celle des migrants. Seul un dialogue avec tous les groupes sociaux pourra en atténuer les effets.

HAMELIN, P. 1991. Du poivre au cacao sur la Transamazonienne. In : « **Savoirs paysans et développement** ». (G. Dupré, org. 524 p.) Karthala-ORSTOM, Paris. pp. 363-380.

L'Etat a voulu créer une classe moyenne paysanne en Amazonie. Cette utopie a été reprise par les « communautés de base » catholiques qui en ont accentué les objectifs égalitaires. Pourtant, si on voulait que cette égalité soit autre chose que l'égalité dans la pauvreté, il était urgent que le système de production soit transformé. C'est ce qui s'est produit en grande partie spontanément : l'économie de plantation s'est répandue très rapidement. En respectant quelques principes sociaux et économiques, les sociétés « paysannes » peuvent intégrer la modernité et s'associer à l'agro-industrie dans le respect de leur autonomie.

HAMELIN, P. 1992. Mutations au Brésil. Vue d'Amazonie. **Cahiers de Sciences humaines**, 28 (4) : 729-748. Paris.

Le développement économique du Brésil durant les années 80 a été très faible. Cette crise est-elle la résultante des mutations politiques et sociales intervenues durant cette décennie ou au contraire la crise est-elle la cause de ces mutations? Il est très difficile de répondre, mais la société brésilienne de 1990 est différente dans sa structure de celle de 1980. Le retour à la démocratie en 1985, la baisse rapide de la fécondité et les changements économiques, même s'ils ne se traduisent pas encore dans les statistiques, sont les indicateurs de cette profonde mutation qui s'est diffusée dans toute la société, et qui atteint les zones les plus périphériques comme l'Amazonie.

HAMELIN, P.; RUELLAN, D. 1992. **Pionniers d'Amazonie**. Ed. Syros, Paris, 83 p. + photos. Les auteurs présentent ici une série de photos prises le long de la transamazonienne, accompagnées de commentaires et de citations d'interviews réalisées sur place. L'objectif est de montrer les aspirations et la vie quotidienne des migrants.

LÉNA, P. 1988. Diversidade da fronteira agrícola na Amazônia. In : « **Fronteiras** ». (C. Aubertin, org. 250 p.). UnB/ORSTOM. Brasília. pp. 90-130.

L'expansion de la frontière agricole en Amazonie est ici présentée comme un phénomène régionalement diversifié, évolutif et contradictoire que les modèles globalisants sont impuissants à appréhender. Une ancienne zone de colonisation en milieu forestier non amazonien, aujourd'hui frappée par l'exode rural, afin d'évaluer l'évolution dans le temps des zones dites « de frontière ». Puis, trois situations amazoniennes actuelles, très différentes, sont abordées : la colonisation publique en Rondônia, la colonisation privée dans le Nord du Mato Grosso et la colonisation spontanée dans le Nord du Goiás. Malgré des conditions difficiles et un cadre contraignant, l'Amazonie apparaît comme un espace de possibilités, où rien n'est joué à l'avance. La diversité des situations, les contradictions et les mouvements sociaux ouvrent des voies nouvelles, qui restent cependant précaires car la région est en crise permanente.

LÉNA, P. 1989. Desenvolvimento e desmatamento na Amazônia : é o desmatamento necessário ao desenvolvimento? in : « **Anais do 2º Encontro Nacional de Estudos sobre Meio-Ambiente** ». pp. 491-502. Florianópolis.

A travers des exemples nord-américains, européens et asiatiques, l'auteur montre que la relation entre la densité de population et le taux de déboisement, bien que globalement vérifiée, est loin d'être

linéaire. Ce dernier dépend principalement de l'adoption, ou non, de systèmes intensifs. Sont examinées de façon générale les contradictions entre la « rationalité économique » et la conservation du milieu. Le cas de l'Amazonie est relié au modèle de développement brésilien, qui produit la marginalisation d'importantes couches de population, entraînant la recherche de « biens gratuits » et favorisant l'utilisation de main d'œuvre bon marché plutôt que les choix techniques.

LÉNA, P. 1991. La difficile émergence d'une petite agriculture amazonienne. In : « **Sahel, Nordeste, Amazonie, politiques d'aménagement en milieu fragile** », UNESCO/-L'Harmattan, Paris, pp. 87-104.

Les expériences historiques d'occupation agricole de la région amazonienne sont présentées, et des hypothèses sont avancées pour expliquer leur échec : éloignement des marchés, distances considérables, manque de main-d'œuvre, isolement etc. sont des facteurs beaucoup plus importants qu'une prétendue « hostilité du milieu ». On ne doit pas oublier non plus la mise en place et le renforcement, à l'époque du caoutchouc, du système de l'aviamento qui interdisait toute accumulation locale et toute circulation monétaire. Aujourd'hui les interprétations en termes de « frontière » ne sont plus adéquates, il est plus pertinent de parler de région en développement, au sein de laquelle l'agriculture peut éventuellement jouer un rôle important, mais où le processus sera commandé par les villes (qui représentent déjà plus de 55 % de la population).

LÉNA, P.; OLIVEIRA, A.E. (org.) 1991. « **Amazônia, a fronteira agrícola 20 anos depois** », MPEG-CNPQ/ORSTOM, CEJUP, Belém, 363 p.

En introduction, les organisateurs de l'ouvrage procèdent à une révision critique du concept de « frontière ». Ils proposent de distinguer le concept de « frontière », qui permet de comprendre un certain nombre de caractéristiques sociales et économiques d'une région, et le « front » en tant qu'objet empirique soutenu par un certain nombre d'activités concrètes. Une telle distinction est rendue nécessaire par les caractéristiques de l'expansion amazonienne : non-linéarité, hétérogénéité, succession de flux et reflux localisés pour une activité donnée, interaction et superposition des différentes dynamiques, etc. L'agriculture est ainsi resituée à sa juste place dans un ensemble extrêmement diversifié. Les différentes composantes de l'espace social et économique régional, ainsi que leurs problèmes, sont évoqués selon cette perspective.

LÉNA, P. 1992. Ressources naturelles et développement : une perspective historique et comparative. In : « **Ecologia, desenvolvimento e cooperação na Amazônia** », J.C. Cunha (org.), NAEA-UFPA/UNAMAZ, Belém. pp. 172-192.

L'auteur analyse les rapports historiques des sociétés avec les ressources (en particulier forestières). Il montre que tout espoir de limiter la consommation globale est rendu vain par la croissance de la population et la nécessaire augmentation de la consommation dans les pays en voie de développement. La consommation globale est omenée à être multipliée par un facteur 5 à 10. Le seul espoir réside donc dans une utilisation différente des ressources. Des exemples historiques et récents sont donnés pour montrer l'évolution de certaines tendances : dans les pays européens, après être passée par un minimum au moyen-âge, la superficie forestière a doublé alors même que la population doublait également ; l'utilisation d'énergie et de matière première pour la fabrication d'un même produit, ou pour la production d'une même quantité de PNB a considérablement baissé dans les pays industrialisés, et la tendance se poursuit. La question est posée de savoir comment accélérer l'intensification des processus de production agricole et industrielle avant que la situation soit définitivement dégradée.

LÉNA, P. 1991. « Ritmos e estratégias de acumulação camponesa em um Projeto Integrado de colonização de Rondônia ». **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Antropologia**, 7(1) 1991, 37-70, Belém, Brésil. (Paru fin 1992).

Une critique des représentations classiques du « paysannat », de « l'agriculture de subsistance » et de la notion « d'excédent » est ici tentée à la lumière des données recueillies au cours d'enquêtes réalisées dans les zones de colonisation agricoles publiques du Rondônia. Les migrants évaluent subjectivement leur succès ou leur échec en fonction de leur capacité à accéder aux biens et services

cansommés par leur entourage social immédiat, mais aussi à ceux dont la connaissance leur est apportée par la télévision. Tous sont venus pour obtenir une ascension sociale qui leur semblait plus difficile à leur lieu d'origine. La revente de la terre apparaît ainsi non pas comme un échec, mais souvent comme une tentative d'obtenir le capital nécessaire à un nouveau départ.

LÉNA, P. 1992 : « Trajectoires sociales, mobilité spatiale et accumulation paysanne en Amazonie brésilienne : un exemple en Rondônia ». *Cahiers de Sciences humaines*, 28 (2) 1992 : 209-234, ORSTOM, Paris.

Différents scénarios qui prévoient l'évolution de la petite agriculture amazonienne sont examinés de façon critique, ainsi que les différentes théories qui tentent d'interpréter les dynamiques actuelles. Les résultats d'une enquête réalisée auprès d'un même échantillon de 100 familles à sept ans d'intervalle sont utilisés pour évaluer les possibilités d'accumulation de cette petite agriculture et pour analyser les stratégies développées par les migrants. L'élevage apparaît comme la solution la mieux adaptée aux conditions spécifiques de la « frontière », avec toutes les conséquences que cela implique au niveau des déboisements.

LÉNA, P. 1992. « Expansion de la frontière économique, accès au marché et transformation de l'espace rural en Amazonie brésilienne ». *Cahiers de Sciences humaines*, 28 (4) 1992 : 579-601 (n° spécial Amérique latine).

Le désenclavement de l'Amazonie entraîne la transformation des systèmes de production des populations locales et des immigrants, ainsi que l'apparition de mouvements sociaux qui sont souvent interprétés de façon univoque comme une défense des cultures et des formes de production régionales. Il semble qu'il s'agisse là d'un phénomène secondaire face à l'ampleur d'une revendication de citoyenneté et de participation, dans laquelle l'intégration au marché et l'accès à la consommation représentent un enjeu fondamental. Cette dynamique générale d'intégration est cependant caractérisée par de grandes différences de rythme et de modalités dues aux formes sociales mises en place dans le passé et à l'hétérogénéité des conditions géographiques (en particulier la distance au marché).

LÉNA, P. (en collaboration avec I. Maciel) 1992. « *Uruara : o futuro das crianças numa área de colonização* ». UNAMAZ/UFPA, Belém. 92 pp. 1992 (livre publié avec le concours de l'UNICEF).

L'accès des enfants à l'enseignement et aux services de santé ne peut être séparé des conditions de vie des parents. On constate, dans la zone de colonisation étudiée, que pratiquement tous les indicateurs suivent un modèle spatialement ordonné en fonction de la distance et de l'accessibilité. Le prix de la terre obéit à un gradient dégressif à partir de la route et de la périphérie urbaine. Ce sont donc les familles les plus pauvres qui vont s'installer dans les zones les plus distantes. Cette localisation renforcera leur marginalisation et maintiendra à un très bas niveau (voire aggravera) les indicateurs sociaux de ce groupe.

OLIVEIRA, A.E. 1988. Amazônia : modificações sociais e culturais decorrentes do processo de ocupação humana. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Antropol.*, 4(1) : 65-115. Belém. Présentation des quatre principales phases historiques d'occupation de l'Amazonie (l'expansion portugaise du XVII^e s., l'action « développementiste » de Mendonça Furtado au XVIII^e, l'expansion due à la recherche du caoutchouc au XIX^e, les politiques d'intégration mise en place à partir de 1960). Les effets sociaux caractéristiques de ces différentes phases sont analysés. Elles ont cependant un point commun : les intérêts politiques et économiques ont toujours pris le pas sur le développement social de la région.

OLIVEIRA, A.E. et SALATI, E. 1988. Os problemas decorrentes da ocupação do espaço amazônico. *Pensamiento Iberoamericano, Revista de Economía Política*, n° especial : Medio ambiente, deterioro e recuperacion, n° 12 : 79-97. Madrid, 508 p.

Dans cet article, les auteurs mettent en parallèle les phases historiques d'occupation de l'Amazonie, ainsi que les différents types d'activité mises en place, avec les altérations de la flore et de la faune régionale. La phase actuelle apparaît de loin comme la plus destructrice. L'exemple du déboisement

accéléral du Rondônia est emblématique. Les auteurs proposent une série de mesures urgentes destinées à minimiser l'impact écologique du processus d'occupation.

OLIVEIRA, A.E., E. Salati et al. 1991. Amazônia. In : « **The earth as transformed by human action** », Cambridge University Press, New York, pp. 479-493.

Les principales activités développées depuis les années 60 sont passées en revue : colonisation, élevage, barrages, exploitation du bois, garimpo, exploitation minière, etc. L'ampleur des transformations subies par l'Amazonie est soulignée ainsi que ses probables conséquences au niveau du climat et de la bio-diversité. Le sort des populations dites « traditionnelles » est également abordé. Des solutions sont proposées.

OLIVEIRA, A.E. et POSEY, D. 1992. A relevância do conhecimento indígena. In : « **Ciência Kayapo : alternativas para a destruição** ». Catalogue de l'exposition, MPEG, Belém.

Les connaissances des populations indigènes sur le milieu dont elles vivent sont encore très mal évaluées. L'acculturation rapide de ces populations risque d'entraîner la perte d'un patrimoine précieux, non seulement en ce qui concerne les plantes médicinales et aromatiques, mais aussi sur les possibilités d'utilisation plus écologiques du milieu amazonien.

OLIVEIRA, A.E. 1992. O homem e a preservação da natureza na Amazônia, **Ciência Hoje**, vol. XIV, n° 81 : 34-41.

L'auteur part du principe que les Indiens ont occupé, exploité et cultivé l'Amazonie durant 5 000 ans au moins sans porter atteinte à son équilibre. Les tentatives récentes d'exploitation se sont soit soldées par des échecs, soit ont entraîné des destructions massives qui mettent en péril de grands équilibres. Le temps est donc venu d'apprendre auprès des Indiens, non pour vivre comme ils vivaient mais pour s'inspirer de leur savoir afin de mettre au point des techniques mieux adaptées à ce milieu extrêmement fragile qu'est l'Amazonie.

PEIXOTO, R.C.D. 1990. Igreja e camponeses na fronteira do Araguaia/Tocantins. NAEA/UFGA, Belém, 216 p.

L'auteur analyse ici de façon détaillée le processus d'implication croissante de l'église catholique dans les luttes paysannes régionales. Les textes fondamentaux de l'Église qui ont permis cette nouvelle approche, le contexte politique brésilien de l'époque, la demande sociale, sont simultanément examinés. La mise à disposition, par l'église, de signifiants tirés de l'histoire catholique qui permettent aux paysans d'interpréter leur situation et de les amener à la résistance est décrite de façon minutieuse. La création des syndicats, au sein de l'église, puis leur progressive autonomisation, parallèlement avec la croissance du rôle des partis politiques due au retour de la démocratie en 1985, a réduit l'importance de l'église. Cependant, son action a introduit des signifiants sociaux dans les représentations du christianisme populaire, garants d'une influence prolongée.

PEIXOTO, R.C.D. 1991. Ação cultural e concepção política entre a igreja católica e os camponeses (um estudo na região de Marabá). In : « **Amazônia : a fronteira agrícola 20 anos depois** », P. Léna et A.E. de Oliveira, (org.) p. 145-160. CNPq-MPEG/ORSTOM. Belém.

Le choc entre le « front d'expansion paysan » et l'avancée des entreprises d'élevage a entraîné de nombreux conflits violents. L'église dite progressiste s'est à tel point impliquée dans ces conflits que sa présence sur la scène locale est devenue une caractéristique sociale et politique de la région. Cet appui a représenté une aide indiscutable pour cette catégorie de population. Il est cependant porteur de contradictions et ambiguïtés qui sont ici évoquées.

GÉOGRAPHIE

PROJET ORSTOM/SEPLANTEC

RECHERCHE RÉGIONALE

EN VUE DE LA PLANIFICATION

AGRO-PASTORALE

Localisation

Centre de planification de l'Etat de Bahia (CEPLAB), Salvador, Bahia

Chercheur ORSTOM

Georges SAVONNET

Responsable brésilien

le directeur du SEPLANTEC

Durée du projet

1975-1977

HISTORIQUE

Un plan d'aménagement agro-pastoral au niveau des micro-régions

La convention signée en 1975 entre l'ORSTOM et le secrétariat pour l'Aménagement, la Science et la Technique de l'Etat de Bahia (SEPLANTEC), fait suite à des contacts pris dès 1974 avec le P^r J. GALLAIS de l'université de Rouen, membre du Comité technique de géographie de l'ORSTOM, par deux de ses anciens élèves brésiliens qui travaillent alors au SEPLANTEC. G. SAVONNET s'apprêtait alors à rejoindre une nouvelle affectation au Cameroun. La décision d'affectation tardant, il accepte, au pied levé, la proposition qui lui est faite de travailler au Brésil. Un mois après, fin novembre 1975, il arrive à Salvador de Bahia.

Le texte de la convention établissait un programme prévoyant la mise en route d'une série d'études régionales destinées à réunir et à synthétiser les informations nécessaires à toute planification régionale ultérieure. Le chercheur de l'ORSTOM a pour rôle d'orienter et de conseiller les recherches prévues par le programme. La formation d'une équipe de géographes du SEPLANTEC recrutée spécialement pour le projet est prévue. Le cadre de l'intervention est celui des plans d'aménagement agro-pastoraux de certaines micro-régions intégrés dans un programme de développement régional de l'Etat de Bahia.

Le programme comprend une approche du milieu physique, une analyse des données statistiques et des enquêtes sur les différents types d'exploitations agricoles tout au long des campagnes de cultures.

La région choisie est celle de Brumado située au S.-O., à quelque 600 km de Salvador, aux confins de la frontière entre les Etats de la Bahia et du Minas Gerais. La zone d'étude, d'une superficie de 40 000 km², située sous climat contrasté sec (pluviométrie de 500 à 1 000 mm) est constituée de « minifundias » d'agriculteurs-éleveurs à économie de subsistance.

ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

Un traitement des données par analyse factorielle

Après plusieurs missions sur le terrain et des travaux de bureau, un rapport final de 245 pages comportant des figures et cartes et élaborant des perspectives de mise en valeur est remis au moment de la fin de la convention en novembre 1977.

Ce rapport final, intitulé « Le paysan de la région de Brumado. Etude de géographie régionale » comprend quatre parties :

- le rappel des observations faites sur le milieu naturel ;
- une étude sur la démographie, suivie par un essai sur son évolution entre 1940 et 1970 ;
- une analyse factorielle de l'économie régionale s.l. faite dans chaque municipe. Elle devrait permettre de se faire une idée assez précise du développement agro-pastoral de la région ;
- une étude approfondie sur les modes d'exploitation, les méthodes de mise en valeur entreprise sur chacun des quatre secteurs appartenant à des milieux physiques différents : hauts plateaux-vallées-piémont ; plaines occidentales ; piémonts méridionaux, bassin de Brumado.

Pour faciliter la lecture et l'emploi du rapport, un certain nombre de cartes synoptiques, à petite échelle, sont incluses dans le texte et huit plans de terroirs, à grande échelle accompagnent les parties consacrées à l'analyse des 52 enquêtes sur les « fazendas » retenues.

L'analyse factorielle a été réalisée à partir des données statistiques complétées par les observations de terrain. Les facteurs retenus pour leur importance dans le jeu des composantes de l'économie agro-pastorale de chacun des 33 municipes sont au nombre de 38. Cette analyse devrait ainsi permettre au développeur de repérer, pour chaque municipe, les éléments déficients à sa croissance économique.

Des suggestions pragmatiques de développement rural

Les conclusions générales sont consacrées à l'examen des zones de blocage de l'économie agro-pastorale repérables dans les fichiers-images de l'analyse factorielle et aux solutions capables d'améliorer les productions. Ces suggestions, très pragmatiques, tiennent grand compte du niveau social des petites exploitations, qui sont majoritaires, de leur degré de réceptivité et de leurs moyens. Des recommandations concernant le développement à long terme fondées sur l'éducation et la formation et la mise en place d'un encadrement rapproché du paysan par des équipes d'animation agricole sont proposées.

Une fin de convention difficile

Confronté à des difficultés dues en grande partie à des déficiences de la structure d'accueil (extrême mouvance des chercheurs partenaires constituant la contrepartie, secrétariat...), mais aussi à une dégradation des relations du chercheur avec l'administration parisienne la décision de mettre fin au projet est prise. Rentré en France début 1978, G. SAVONNET continuera, grâce aux données collectées, à synthétiser les résultats de ses travaux dans plusieurs articles. Un parallèle entre les paysans africains et les paysans du Nordeste brésilien sec est tenté dans un ouvrage collectif.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

SAVONNET, G. 1977. Les paysans de la région de Brumado. Etude de géographie régionale. Rapport multigr. ORSTOM, Paris, 245 p., 64 fig., 11 tabl.

SAVONNET, G. 1979. Les paysans de la région de Brumado - Brésil (Polygone des sécheresses). Cah. ORSTOM, sér. Sc. Hum., vol. XVI, 3 : 179-204.

La région de Brumado située sur les hauts plateaux de l'Etat de Bahia, offre un milieu naturel peu favorable aux activités agro-pastorales dans chacune des quatre sous-régions qui la composent, l'auteur, à partir de cas concrets, décrit les activités du paysan dans les petites, moyennes et grandes exploitations et propose des données chiffrées sur les revenus per capita moyens. Si les « minifundeiros », dans la majorité des cas, pratiquent encore une agriculture et un élevage de type extensif (ce qui lui interdit de sortir d'une économie de subsistance), quelques-uns d'entre eux ont adopté des méthodes culturales améliorées et commencent à s'adonner à l'élevage sélectif de qualité. Ils sont devenus des propriétaires moyens et vivent dans une certaine aisance. La région ne se prêtant guère à l'installation de grandes exploitations, le développement de son économie passe par un encadrement technique rapproché des petites et moyennes « fazendas ».

SAVONNET, G. 1981. Paysan des savanes africaines et paysans du Nordeste brésilien. In : Sociétés paysannes du Tiers Monde, Presses universitaires de Lille, pp. 41-56.

SAVONNET, G. 1981. Milieu naturel et développement agro-pastoral sur les plateaux du Nordeste brésilien (Etat de Bahia). Cah. ORSTOM, sér. Sc. Hum., Paris, n° 1, 1981-82, pp. 3-30.

Les hauts plateaux de l'Etat de Bahia sont soumis à un climat tropical contrasté à deux saisons, l'une sèche et l'autre humide. Si les températures sont relativement clémentes, les variations de pluviosité sont importantes d'une année sur l'autre et les grandes sécheresses sont fréquentes. Les sols sont généralement de qualité médiocre sauf dans les « brejos » (zones de résurgences) où ils sont profonds et fertiles. Depuis le début des années 1970, certains petits « fazendeiros » issus de milieu modeste, s'installent dans une économie de marché grâce à la pratique d'une technologie plus moderne, de cultures de rentes plus nombreuses ; d'autres, beaucoup plus rares, ont même atteint une certaine aisance. Toutes ces timides améliorations dans l'économie paysanne, pourraient être prochainement bloquées par les grands propriétaires qui, depuis 1975 environ, commencent à accaparer les meilleures terres pour l'installation de leurs exploitations.

712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

GÉOGRAPHIE-ÉCONOMIE

PROJET ORSTOM/CNPq

PROBLÉMATIQUE DES VILLES MOYENNES DU CENTRE-OUEST BRÉSILIEN FORMATION ÉCONOMIQUE ET SPATIALE DU CENTRE-OUEST BRÉSILIEN

Localisation

Département de géographie de l'Université de Brasília (UnB),
Brasília, District fédéral

Chercheuse ORSTOM

Catherine AUBERTIN, économiste

Partenaire responsable

Pr Marília Luiza PELUSO, géographe, (UnB)

Durée du projet

août 1983 à décembre 1991

HISTORIQUE

Un grand nombre de partenaires, une région mal connue et sous utilisée

L'origine du premier projet se situe dans les accords croisés entre le Département de géographie de l'UnB, la SUDECO (Surintendance de développement du Centre-Ouest brésilien, aujourd'hui dissoute), l'ACA (Agence coopération aménagement, aujourd'hui dissoute), et le ministère français de la Coopération lors de l'appel d'offre sur les villes moyennes du ministère français de la Recherche dans le volet brésilien, intervenaient avec Catherine AUBERTIN, Michel ROCHEFORT et Hélène RIVIERE d'ARC (IHEAL). Le second programme, qui est la suite logique du premier a profité d'un financement du ministère de la Recherche et de la Technologie français sur la mobilité urbaine. Le Ministère des Relations extérieures français avait confié à l'Agence coopération et aménagement la mise en œuvre d'un important projet de coopération technique avec la SUDECO. L'arrangement spécifique du projet est signé en janvier 1983 et une équipe d'experts français permanents est affectée au projet cette même année. Une demande d'appui de chercheurs de l'ORSTOM de différentes disciplines dans laquelle figure

C. AUBERTIN est présentée en 1984. La compétence des experts français et de l'équipe brésilienne de la SUDECO, l'énorme travail d'inventaire et de traitement et synthèse des données réalisé aboutissent à des premiers résultats présentés en 1985 qui sont bien accueillis. Mais le travail à réaliser sur une région mal connue, sous utilisée et objet de multiples enjeux politiques et économiques est considérable et risqué. La fin du projet ne sera pas à la mesure des légitimes ambitions initiales.

Accepté, le projet de C. AUBERTIN, qui entre dans le cadre des accords ORSTOM/CNPq, permet son affectation en août 1983 pour 4 ans, auprès du département de géographie de l'université de Brasília sur le programme « **Problématique des villes moyennes du Centre-Ouest brésilien** », qui se transformera ensuite en « **Formation économique et spatiale du Centre-Ouest brésilien** ».

C. AUBERTIN continue, depuis janvier 1988, à faire de nombreuses missions à Brasília, sur le programme « **Formation urbaine du District fédéral** ».

EXPOSÉ DES PRINCIPALES ACTIVITÉS

Confronter les concepts

De 1983 à la fin du projet, les programmes menés s'inscrivent dans la même logique de réinterprétation. Il s'agit de confronter les concepts et les analyses qui ont cours dans le domaine de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme ou de la politique économique aux phénomènes et tendances que l'on met en évidence à partir des histoires de vie de populations et des mécanismes qui se mettent en place comme médiations entre les vécus (actions et représentations) des différents agents (individuels et institutionnels).

Le plan du Centre-Ouest : cadre, objectifs, enjeux

Le premier programme (« Problématique des villes moyennes du Centre-Ouest brésilien », puis « Formation économique et spatiale du Centre-Ouest brésilien »), offre une lecture des systèmes productifs à partir du recours à l'histoire de l'occupation territoriale du Brésil et des mouvements migratoires observés à l'échelle nationale comme sous-régionale. La formation urbaine ou régionale est analysée non pas dans une optique d'évaluation des politiques gouvernementales ; mais dans celle issue des divers déplacements de populations.

Ce travail s'est effectué au sein d'une équipe franco-brésilienne à la SUDECO, Surintendance de développement du Centre-Ouest. Un gros travail d'exploitation des données des recensements de 1980 a été entrepris au niveau des municipes (le Centre-Ouest possède plus de 400 municipes), alors que des monographies étaient élaborées dans le cadre de la formation des étudiants de l'Université à la recherche de terrain. De très nombreuses missions sur le terrain ont pu être effectuées. La chercheuse française a enquêté dans les zones de colonisation amazonienne et de « *cerradões* » auprès des paysans, des femmes, des organismes d'encadrement, des responsables des États. C'est sans doute cette immersion dans le pays qui a été l'élément majeur de synthèse de tous ces éléments. Deux thèmes principaux ont fédéré les résultats : les cycles de migration et le mythe fondateur de la frontière.

Si les déplacements de populations fournissent des indicateurs privilégiés de la santé des économies rurales, ils constituent également à l'échelle brésilienne un mode de régulation sociale issu des besoins d'une colonie de peuplement. Liée à la nécessité de maintenir les assises du pouvoir, institutionnalisée sous couvert de colonisation et favorisée par les politiques gouverne-

mentales successives, la migration est un phénomène de très grande ampleur. Elle est fortement ancrée dans l'inconscient collectif et la réalité quotidienne, concerne toutes les couches de la société et, au niveau individuel, peut tout aussi bien être la suite logique d'un échec que d'une réussite. Aussi, l'étude des mouvements migratoires ne peut-elle se cantonner à l'analyse économique de la réallocation de la force de travail sur le territoire en fonction d'un projet de développement ou de l'ouverture d'un front pionnier. Elle ne peut être dissociée de l'étude de la formation de la société brésilienne dans son ensemble. Combinée à des recherches historiques et économiques et à la connaissance empirique du milieu, l'étude des mouvements migratoires permet de reconnaître dans des mouvements de populations localisés et récents les manifestations de phénomènes sociaux beaucoup plus amples dans l'espace et dans le temps.

Les conditions du peuplement et la dynamique économique de la région sont le reflet presque parfait de la situation agricole et politique de la société brésilienne. On y trouve, exacerbés, la plupart des traits caractéristiques de l'économie brésilienne illustrés par le mythe fondateur de la « frontière » : l'aboutissement de la logique des cycles de produits et de l'utilisation prédatrice de la terre, et une base politique de type féodal où la volonté d'appropriation de la terre conduit à une mise en valeur réduite et extensive. L'instabilité et le peu de diversité des productions, la difficulté de l'accès à la terre pour le petit producteur, le recours à la migration pour résoudre les conflits sociaux et les difficultés économiques, l'explosion urbaine dans une région de frontière agricole sont les principaux problèmes identifiés.

A la lumière de ces résultats, les potentialités du Centre-Ouest, énoncées sur les dépliants publicitaires pour attirer les investisseurs, et qui font office de programme de développement, se réduisent alors à une disponibilité supposée d'une grande quantité de terres à bon marché et une adaptation instantanée, quel que soit le contexte agronomique et humain, aux désirs des investisseurs. Ces potentialités théoriques ignorent la pédologie comme la gestion, elles négligent totalement les effets socio-économiques, en particulier les migrations.

C'est donc tout naturellement qu'au discours sur les potentialités, l'équipe du Plan substitue un discours sur les freins socio-économiques au développement et émet des propositions qui découlent du diagnostic : décentralisation des circuits de décision, réforme agraire et fixation de l'homme sur son lieu de production, encouragement de systèmes de production stables pour le marché intérieur, amélioration des structures de santé et d'éducation...

Le Plan fut utilisé comme base de propagande électorale pendant les quelques mois de campagne. Puis, la première grande réalisation fut la construction d'une route traversant le site protégé de l'île de Bananal pour desservir la « fazenda » isolée d'un grand notable lié à la SUDECO. Par la suite, toutes les réalisations ignorèrent les propositions du Plan. Certaines auraient pu être appliquées si la France avait voulu en assurer le financement... Dans une politique de restriction des dépenses budgétaires, le gouvernement Collor a supprimé la SUDECO en 1990.

L'autocritique a été d'autant plus douloureuse que le Plan avait été porteur d'espoir dans un contexte de transition démocratique après la chute des militaires. Si une analyse en termes de potentialités était le reflet d'une idéologie développementaliste niant le contexte social, une analyse en termes de « freins socio-économiques » et surtout un programme d'action destiné à supprimer ces blocages relevait d'une logique identique. Les freins socio-économiques ont bien été identifiés, mais, que sont ces freins, sinon l'expression de la logique d'une société dans son ensemble. Dans ces conditions pourquoi choisir d'aller contre cette logique plutôt que de jouer sur sa dynamique? L'instabilité, qui choque tant par ses effets humains négatifs, a pour revers la mobilité de la force de travail et l'adaptabilité immédiate des sols et des structures à une produc-

tion éphémère. L'instabilité et la migration sont des références positives dans l'histoire et l'imaginaire brésiliens, et jugées positives pour une économie libérale. Par ailleurs, il peut paraître vain de proposer une réforme agraire dans un pays où le gouvernement est l'émanation directe des grands propriétaires terriens et où le recours au mythe de la frontière pour résoudre les conflits sociaux est une solution qui ne remet pas en cause la base politique et sociale du pays.

La conception française du Plan se fonde sur une vision humaniste, sur une vision linéaire du progrès où la technocratie est toute puissante dans une prétendue neutralité. La conception brésilienne en fait le support d'une propagande idéologique nettement distincte du domaine de l'action, en aucun cas un outil de connaissance pouvant servir à une meilleure affectation des ressources. Dans les deux cas, un Plan est avant tout un produit de jeux institutionnels et de référents culturels. Le processus d'élaboration d'un Plan est lui-même un objet d'étude qui permet de mieux comprendre les enjeux régionaux.

Brasília, ville mythique

Le second programme, « Formation urbaine du District fédéral », se propose de rendre compte de l'organisation spatiale de la capitale du Brésil (Brasília, mais aussi villes satellites, « invasions » du District fédéral et lotissements du Goiás) en privilégiant l'étude des divers mouvements de populations liés aux grandes migrations nationales, aux luttes pour l'accès au sol et au logement, à la formation de réseaux économiques et sociaux.

Le premier volet de l'étude a porté sur l'histoire de la conception de cette capitale, censée soustraire le pouvoir politique aux contingences de l'économie et du social. Tous les symboles-clés de la société brésilienne, où se mêlent l'imaginaire et le positivisme, se sont retrouvés dans les choix du site et du plan architectural. A titre d'exemple, Brasília se trouve à la naissance des trois grands bassins hydrographiques d'Amérique latine et il est facile de montrer que son plan s'inspire des phalanstères de FOURIER. Il est impossible d'ignorer cette dimension lorsque l'on traite de politique urbaine.

PRINCIPAUX RÉSULTATS DU PROGRAMME SUR LA VILLE DE BRASÍLIA

La fin des schémas

Les résultats déjà acquis dans l'étude sur la formation de la région Centre-Ouest et par l'ensemble des travaux de l'Unité de recherche ont montré qu'il était désormais impossible de partir d'hypothèses fondées sur des schémas d'opposition comme ville/campagne ou mobilité/territoire. Cela conduit dès lors à ne plus classifier les mouvements de populations en trois grands types - migration de longue durée et sur longue distance, migration interurbaine liée à la résidence, migration quotidienne - mais à les considérer dans leur globalité et dans leurs interactions comme des composantes des itinéraires urbains (puisque'ils sont observés d'abord dans la ville), qui sont ceux du citoyen durant la période de sa vie sur tout l'espace de sa société. Les causes historiques et économiques, mais aussi les référents culturels du recours à la migration, l'appartenance, la constitution et les modifications de la cellule familiale, l'insertion urbaine à travers les réseaux de travail et de clientèle où interviennent les pouvoirs politiques et religieux, les stratégies d'accès au sol et au logement sont intimement liés aux mouvements de populations qui animent la ville et lui confèrent sa physionomie.

On ne peut non plus désormais limiter son regard aux grands programmes de logements de l'Etat. La crise a imposé un règlement du problème du logement au coup par coup et tend à laisser sa prise en charge aux « initiatives populaires ». Ce désengagement de l'Etat se traduit par une recherche d'appui auprès d'autres couches de la société, par un transfert de rente via la légalisation des lotissements clandestins ou « invasions ». Cette apparente libéralisation est porteuse d'une réflexion sur les liaisons entre pouvoir politique et pouvoir technique et permet l'émergence de toute une classe d'intermédiaires qui tirent leur légitimité de leur statut indéfini entre le public et le privé. La multiplication des associations, souvent présentées comme porteuses de solutions alternatives ou d'expressions démocratiques nouvelles, déplace curieusement le problème du logement de la sphère du politique à la sphère du social. **Le logement s'acquiert par des circuits de clientélisme, il ne s'acquiert plus par le travail.**

L'insuffisance du concept du bidonville

Il est insuffisant de s'arrêter à la configuration du bidonville. C'est-à-dire que le concept de bidonville comme description physique d'un abri de fortune n'est pas opératoire pour rendre compte des conditions de vie des populations : il ignore le statut du sol et du logement (il y a beaucoup de spéculateurs qui planifient des « invasions » et qui louent matériaux de constructions et baraques) et toute la stratégie des populations qui s'organisent pour la légalisation ou pour le relogement. **Un des premiers résultats sur Brasília a été de montrer qu'il existe une « économie des invasions ».** L'approche sous forme d'itinéraire urbain a permis de mettre en évidence l'importance des sous-locations de « fond de cour » comme première étape d'intégration urbaine, mais aussi comme principal mode de logement (140 000 familles logent dans des fonds de cour dans le District fédéral contre 40 000 familles dans des invasions), rejoignant ainsi d'autres conclusions de travaux de l'ORSTOM sur d'autres continents. L'accession à la propriété n'est pas l'aboutissement d'un cheminement linéaire qui passerait idéalement par le bidonville ; puis la location et enfin par la propriété, au fur et à mesure de l'intégration urbaine. **La propriété apparaît comme une étape transitoire** qui permet de faire valoir ses droits de citoyen, de réaliser un capital pour se livrer à d'autres activités, souvent en rejoignant à nouveau une invasion.

Plusieurs articles traitent de l'urbanisation de Brasília. Un rapport final faisant la synthèse des quatre années de recherche de terrain de l'équipe de sept personnes coordonnée par la chercheuse française a été remis au ministère de la Recherche.

PARTENARIAT ET FORMATION

Organisation de mission sur poste d'accueil pour les professeurs

- Márcia Regina de ANDRADE-UnB (2 séjours), Bertha BECKER-UFRJ, Ignez Costa BARBOSA-UnB, Marília Peluso de OLIVEIRA (2 séjours).
- 1983-1987 - Chargée de cours associée : Pratique de la recherche de terrain, Département de géographie de l'université de Brasília. Groupe d'environ 6 étudiants. Sorties sur le terrain de 3 semaines par an pendant 4 ans.
- Depuis 1988, C. AUBERTIN intervient chaque année aux séminaires de DEA sur les problèmes urbains et d'aménagement régionaux de l'IEDES, du Département de géographie de l'université Paris X Nanterre, du CEPED et de l'EHESS.

Encadrement d'étudiants et jeunes chercheurs

- Maîtrise de Claire HEUZÉ, DEA de Laurent VIDAL, recherches d'Agnès MOREL, Florence PINTON et de Christine RIFFLART.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

La lutte pour assurer les conditions de travail

Au-delà des échanges scientifiques, souvent reflets des perceptions culturelles différentes des phénomènes, le travail de coopération est conçu par la chercheuse française comme un échange matériel le plus égal possible avec les partenaires de la recherche.

Aussi, au Brésil, cet échange s'est concrétisé par l'organisation d'enseignements sur les résultats de la recherche en France et au Brésil, de formation d'étudiants et de chercheurs aux travaux de recherche de terrain. Les publications ont été systématiquement diffusées en France, souvent après traduction et réécriture aux normes françaises. De haute lutte, des postes d'accueil en France ont été décrochés pour les partenaires de C. AUBERTIN, qui ont ainsi pu s'intégrer à plusieurs réseaux de recherche en France. Enfin, la chercheuse française a veillé à utiliser au maximum les ressources que permettent les accords de coopération : possibilité de réclamer des bourses, des voyages et des frais de fonctionnement au CNPq, intégration dans des appels d'offres, recherche de subvention auprès de l'ambassade de France, du ministère français des Affaires étrangères, etc.

Pour C. AUBERTIN cela s'est traduit par un énorme travail bureaucratique et de relations publiques. Et elle confie, désabusée, qu'il est difficile pour un chercheur de garantir des conditions de coopération élémentaires à ses partenaires et que l'administration tant française que brésilienne et les accords-cadres, ne sont pas orientés dans ce sens.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

Jusqu'en 1988, toutes les publications sont disponibles **en version française et portugaise.**

1984

25 cartes traitant pour chaque municipe du Centre-Ouest (Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso du Sud, Goiás, District fédéral, 421 municipes), les données des recensements démographiques de l'IBGE de 1970 et 1980 : densité totale 1980 ; évolution de la population totale 1970-1980 ; population des villes de plus de 3 000 habitants en 1980 ; évolution de la population des villes de plus de 3 000 habitants en 1980, 1970-1980 ; densité rurale 1980. SUDECO-DPR, Département de géographie, université de Brasília.

Mission chez les industriels de Campo Grande (MS). Département de géographie, université de Brasília, ambassade de France à Brasília, 69 p. multigr. Version brésilienne : *Missão no meio industrial de Campo Grande*. Département de géographie, université de Brasília, 69 p. multigr.

Relatório de viagem em Sinop (MT). En collaboration avec Leonor BERTONE et Marília PELUSO de OLIVEIRA. Département de géographie, université de Brasília, 101 p. multigr. + annexes et cartes.

1985

Pionnières, colonnes et femmes actives : femmes du Rondônia. In : Femmes et politiques alimentaires, actes du séminaire international ORSTOM-CIE. *Collection Colloques et Sémi-*

naires, ORSTOM, Paris, pp. 448-571. Version brésilienne : Formação das cidades do Centro-Oeste brasileiro, Département de géographie, université de Brasília, 10 p. multigr. Formation des villes du Centre-Ouest brésilien. In : Rapport sur la politique des villes moyennes dans l'aménagement du système urbain brésilien. Contrat entre le ministère de la Recherche et de la Technologie, commission de recherche urbaine, PM IV et trois centres de recherches : STRATES, CREDAL, ORSTOM. Paris, vol. I, pp. 56-64. Version brésilienne : Formação das cidades do Centro-Oeste brasileiro. Département de géographie, université de Brasília. 10 p. multigr.

1986

Editeur scientifique avec Philippe LENA de « Frontières, mythes et pratiques », *Cah. Sci. Hum.*, vol. 22, n° 3-4.

Ce livre est le produit de la collaboration interdisciplinaire entre chercheurs brésiliens, canadiens, allemands et français au travers du CNPq et de l'UnB. Le phénomène de frontière dépasse la notion de simple occupation d'un l'espace réputé vide. Ce phénomène est présenté ici en fonction du contexte historique national et mondial et des spécificités des formations sociales au sein desquels il se développe. La frontière apparaît comme un mythe fondateur de la société et aussi comme un lieu utopique de résolution de conflits. Les aspects particuliers du processus d'expansion des frontières au Brésil, au Nicaragua et en Malaisie sont exposés.

Présentation, en collaboration avec LENA (Ph.), pp. 263-266.

Industrialiser les frontières? pp. 419-429.

De grandes modifications transforment les structures démographiques et productives des Etats du Centre-Ouest brésilien. Les chances d'une industrie qui s'appuierait sur une agriculture non stabilisée au sein d'une région dominée par les grands centres industriels du pays sont discutées. Une critique à la théorie du développement assis sur l'agroindustrie est présentée.

Traduction du portugais :

- Ceres et Rio Verde : deux moments de l'expansion de la frontière agricole dans l'Etat de Goiás par FERREIRA (I.B.), pp.281-295.
- Signification actuelle de la frontière : une interprétation géopolitique à partir du cas de l'Amazonie brésilienne par BECKER (B.), pp. 297-317.

1988

Editeur scientifique de « Fronteiras ». Coédition ORSTOM/UnB. Brasília, 250 p ; (version brésilienne des *Cahiers des Sciences humaines* de l'ORSTOM, n° 3-4 1986, vol. XXII).

■ « Apresentação », en collaboration avec Philippe Léna, pp. 11-15.

■ « Industrializar as fronteiras? » pp. 215-230.

Dette brésilienne et mobiliérisation mexicaine : la technique au secours de l'illusion. *Problèmes d'Amérique latine* n° 90, 4^e trimestre 1988, pp. 95-107.

A propos des « cerrados ». *Série Abordages AMIRA-INSEE*, n° 4, Paris 1988, 14 p.

Brasília, gestion d'un espace symbolique. *Economie et Humanisme*, n° 303, pp. 6-16.

1989

Brasília Distrito federal. En collaboration avec Duda BENTES, livre de 60 photographies, texte bilingue. Brasília et Paris, ORSTOM, 1989.

1990

Itinéraires urbains autour de Brasília : entre le locatif et l'invasion, en collaboration avec Florence PINTON. *Cahiers des Amériques latines*, Paris, n° 8, p. 91-112.

Cet article s'appuie sur un important travail d'enquêtes de terrain où sont privilégiées les recueils d'histoires de vie. La première partie présente les grandes étapes des politiques de l'habitat dans le District fédéral. Le Programme de relogement est ensuite exposé en insistant sur l'émergence de la

ville nouvelle de Samambaia. Enfin, il est tenté de mettre en évidence les phénomènes qui se dégagent et qui heurtent les grilles d'analyse habituelle.

L'engrenage de la dette interne brésilienne, en collaboration avec Christine RIFFLART. *Problèmes d'Amérique latine* n° 97, 3^e trimestre 1990, pp. 51-72.

Cet article se propose de retracer la mise en place des rouages qui ont conduit à la formation de la dette intérieure, supérieure à la fameuse dette extérieure, et à un système de financement des dépenses publiques qui a fortifié l'inflation tout en évitant la totale désorganisation de l'économie. Les principaux thèmes économiques brésiliens sont abordés et il est rendu compte des comportements sociaux liés à l'autonomisation de la dette.

Mouvements de populations et changements agricoles dans le Centre-Ouest brésilien. *Cah. Sci. Hum.* [3] : 327-342.

Le propos est d'essayer de montrer que, combinée à des recherches historiques et économiques et à la connaissance empirique du milieu, l'étude des mouvements migratoires permet de reconnaître dans des mouvements de populations localisés et récents les manifestations de phénomènes sociaux beaucoup plus amples dans l'espace et dans le temps. Les données des deux derniers recensements démographiques -1970 et 1980- concernant la région Centre-Ouest du Brésil sont interprétées.

Du symbole au lot semi-urbanisé. Les politiques de l'habitat dans le District fédéral, en collaboration avec Marília PELUSO. *Cah. Sci. Hum.*, 26 [4] : 731-747.

Dans les villes planifiées, principalement dans celles qui ont connu une croissance importante, il est possible d'analyser la production de l'espace à travers les solutions que les autorités ont trouvées au problème de l'habitat. Ainsi le complexe polynucléaire nommé Brasília est le résultat d'une suite de politiques adoptées par le gouvernement du District fédéral. Le mode d'occupation de l'espace habité est avant tout la conséquence d'actions, plus ou moins réfléchies suivant les circonstances et la pression des luttes sociales avec lesquelles il a fallu composer, et non le produit désordonné d'intenses migrations de populations pauvres à la recherche d'un logement ou de l'adaptation naturelle des habitants à leur territoire.

1991

Colonisation pour l'Amazonie, modernisation pour les « cerrados ». Troisièmes journées démographiques de l'ORSTOM, 20-22 septembre 1988, Paris. In : Migration, changements sociaux et développement, série Colloques et Séminaires, Editions de l'ORSTOM, 1991, p. 369-386.

Le droit au logement : enjeu démocratique ou instrument du clientélisme? L'exemple de Brasília-District fédéral. *Cah. Sci. Hum.*, 28 [3] : 461-479.

A partir d'un travail de terrain mené par une équipe franco-brésilienne dans le District fédéral de 1987 à 1990, sont présentés quelques résultats de recherches qui témoignent des interrogations devant les dynamiques de l'ensemble urbain de Brasília. Dans une première partie sont relatés les changements de politiques publiques en matière de logement. Les rapports complexes entre mouvements revendicatifs et processus démocratiques font l'objet d'une deuxième partie. Une troisième partie privilégie l'étude des populations urbaines en termes d'itinéraires et le concept de logement est alors considérablement élargi.

1992

Brasília, le Plan pilote en question. Comptendu de fin d'étude d'une recherche financière par le ministère de la Recherche et de la Technologie. ORSTOM/MRT, Paris, 58 p. + annexes.

1993

« Brasília, ville rêvée ». Auteur et directeur scientifique : C. AUBERTIN, réalisateur : Antônio WAGNER. Film vidéo 45 minutes. Producteur ORSTOM Audiovisuel.

GÉOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

GÉOCHIMIE DES COUVERTURES LATÉRITIQUES ET MINÉRALISATIONS ASSOCIÉES

SOUS-PROJET :

LITHOLOGIE ET STRUCTURE DES FORMATIONS MÉTAMORPHIQUES
DU PRÉCAMBRIEN SUPÉRIEUR DU SUD-EST BRÉSILIEN. GÉOLOGIE HYPOGÈNE
DU PLOMB, DU ZINC, DE L'ARGENT ET DU CUIVRE (1980-1984)

SOUS-PROJET :

SÉDIMENTATION ET TECTONIQUE DES CHÂÎNES BRASILIANO
ET DES PHOSPHATES MÉTASÉDIMENTAIRES
DU PROTÉROZOÏQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR (1990-1993)

Localisation

Département de géologie,
Institut de géologie de l'université de São Paulo (IG/USP), São Paulo

Chercheur français

Roland TROMPETTE, chercheur CNRS mis à la disposition de l'ORSTOM

Partenaire responsable

Pr. Adolpho José MELFI, USP

Durée des projets

1980-1984 Et 1990-1993

HISTORIQUE

Deux séjours de quatre années chacun à l'USP

Après vingt années de travail en Afrique, au Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) et au (CNRS) sur les chaînes panafricaines et les couvertures cratoniques synchrones, R. TROMPETTE a éprouvé le désir- et la nécessité - de venir étudier les chaînes Brasiliانو de l'Amérique du Sud. Son objectif était de pouvoir rédiger une synthèse de l'évolution du Gondwana occidental entre 2 000 et 500 Ma. Plusieurs géologues brésiliens rencontrés en France avaient manifesté de l'intérêt pour une telle coopération qui ne pouvait se réaliser que dans le cadre de l'ORSTOM (le CNRS n'organisant que des séjours de courte durée à l'étranger).

Accepté par l'ORSTOM et le CNPq et soutenu par A. MELFI et U. CORDANI, professeurs à l'USP, les projets sont inclus dans le grand programme de géologie développé entre l'ORSTOM et l'USP et dont le coordinateur brésilien est A. MELFI. R. TROMPETTE effectue donc deux séjours au Brésil, tous deux à l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo. Le premier de 1980 à 1984, détaché sur un poste d'accueil ORSTOM ; le second, à partir de février 1990, mis à la disposition de l'ORSTOM pour un peu plus de trois ans. Entre 1984 et 1990, revenu au CNRS, il effectue presque chaque année une mission d'un mois au Brésil, ce qui lui permet de maintenir le contact avec ses collègues de São Paulo et de continuer l'encadrement de thèses. Ces missions ont été *pro-parte* financées par l'ORSTOM du fait, qu'à cette époque, il était membre de la Commission scientifique de géologie/géophysique.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Durant le premier séjour (1980-1984), son projet de recherche a concerné les minéralisations associées aux chaînes Brasiliano (600 Ma), projet sur lequel travaillait alors un autre chercheur de l'ORSTOM, J.-M. WACKERMANN. Le second programme, en cours actuellement, est voisin du précédent. Il concerne les indices et mines de phosphate du Protérozoïque moyen et supérieur qui se situent, en majorité, dans les chaînes Brasiliano. Ce projet est dirigé par le professeur A. MELFI qui a entrepris un bilan des ressources en phosphore au Brésil. R. TROMPETTE assure la partie amont de la recherche : travail de terrain et détermination des contextes stratigraphiques, structuraux et sédimentologiques. Le phosphate est plus spécifiquement étudié par A. BOUJO et par R. FLICOTEAUX (univ. Aix-Marseille III). A partir de la fin de l'année 1991, l'étude des minéralisations en fer, manganèse et accessoirement phosphore de la région de Corumbá et de la Serra da Bodoquena est commencée. Ces minéralisations se situent dans la zone de transition entre l'apophyse méridionale du craton amazonien et la chaîne Paraguay, d'âge Brasiliano.

Pour étudier les minéralisations des chaînes Brasiliano, il est nécessaire de s'intéresser à ces chaînes en général, à leur structure et aux matériaux qui les constituent. Dans le cadre de l'USP, l'activité du chercheur français se concentre rapidement sur l'encadrement et le suivi de programmes de thèse de jeunes Brésiliens travaillant sur les chaînes Brasiliano, que le sujet comporte ou non un volet minéralisation. Il en résulte une certaine dérive du projet de recherche qui devient alors : « **Les chaînes Brasiliano, les couvertures cratoniques synchrones et les minéralisations associées** ».

Certains des travaux d'encadrement de thèses [voir liste plus avant] favorisent l'aspect métallogénique [thèse de P. da ROCHA sur la mine de Rocinha], d'autres s'attachent plus à la connaissance des contextes géologiques [thèses de M.E. da SILVA et I. KARMANN sur les chaînes du Rio Preto et du Rio Pardo]. Enfin, certains, comme la thèse de C. ALVARENGA (chaîne Paraguay de Cuiabá et minéralisations aurifères), associent ces deux aspects. Si la majorité des thésards encadrés appartiennent à l'USP, des rencontres fortuites conduisent le chercheur français à encadrer les travaux de professeurs de Cuiabá et de l'Institut Eschwege de Diamantina.

Ce travail d'encadrement de thésards permet à R. TROMPETTE de se familiariser avec la plupart des chaînes Brasiliano du Brésil, lui offrant ainsi la possibilité de rédiger une synthèse en anglais sur l'évolution géologique du Gondwana occidental entre 2000 et 500 millions d'années. Pour les non-initiés le Gondwana, du nom d'une région de l'Inde, est un énorme et unique continent qui regroupait, du Carbonifère jusqu'au Trias les actuelles régions de l'Afrique, de

Madagascar, de l'Inde, de l'Australie et du Brésil. Le manuscrit de cette synthèse, achevé à la mi-1990, est actuellement en cours d'édition chez Balkema, Rotterdam. Sa traduction a été effectuée à l'université de l'Illinois (USA) et financé par la compagnie pétrolière américaine CONOCO. Les nombreuses illustrations et cartes ont été dessinées à Marseille, dans l'ancien laboratoire de rattachement du chercheur.

À côté du sujet de recherche principal évoqué, R. TROMPETTE s'est intéressé à l'étude des séquences glaciaires et des faciès gravitaires et turbiditiques qui leur sont associés. Ces faciès sont abondants dans les chaînes Panafricaines-Brasiliano, ce qui explique l'intérêt porté à ce sujet. Toutes les missions ont été réalisées dans le Bassin du Paraná sur la glaciation du Paléozoïque supérieur, en collaboration avec l'équipe du professeur ROCHA CAMPOS.

COLLABORATION FINANCEMENT DES RECHERCHES

Au cours de ses recherches, le chercheur français a eu l'occasion de collaborer avec de nombreux chercheurs et enseignants brésiliens :

USP : Professeurs et Docteurs : A. MELFI ; M. BASEI ; B.B. BRITO NEVES ; U. CORDANI ; T. FAIRCHILD ; A. ROCHA CAMPOS ; C. TASSINARI ; O. SIGA JR. ; W. TEIXEIRA ; K. KAWASHITA ; M.E. DA SILVA ; I. KARMANN ; M. CANUTO.

Univ. Brasília (UnB) : M. DARDENNE ; R. FUCK ; O. MARINI (actuellement au DNPM).

Secretariat Mines et Energie, Bahia : J. BARBOSA ; J. MASCARENHAS.

RADAM-BRASIL : P. KAUL.

Univ. Rio Grande do Sul (UFRG) : H. JOST (actuellement à Brasília) et E. SOLIANI JR.

CPRM : H. INDA

Fosfertil : directeur de la mine Rocinha (MG) ; géologues de la Metamig (Belo Horizonte).

Centre Eschwege à Diamantina (université fédérale du Minas Gerais) : A. UHLEIN, I. DOSSIN, M. CHAVES.

Univ. Cuiabá : C. ALVARENGA.

Univ. Natal (UFRn) : M.H. FREITAS MACEDO, E. JARDIM DE SA.

Durant le premier séjour, les recherches ont été essentiellement financées par le CNPq et le secrétariat des Mines et de l'Energie de Bahia. Durant le second séjour, la contribution de l'ORSTOM s'est accrue et un financement brésilien important a été fourni par la FAPESP. Le laboratoire CNRS de rattachement a fourni une petite aide sous forme d'heures de dactylographie, dessin, traduction...

RÉSULTATS OBTENUS VALORISATION

Les 20 à 30 chaînes panafricaines-Brasiliano, connues sur la plate-forme sud-américaine et sur les marges adjacentes de l'Afrique, ont été regroupées en 4 méga-orogènes, dont deux sont bien représentées au Brésil. Il s'agit de la méga-chaîne Sud-Atlantique coupée en deux lors de l'ouverture de l'Atlantique Sud, et de la guirlande des chaînes ouest-africaines-transsud-américaines.

Deux types de chaînes panafricaines-Brasiliano ont été distingués. Des chaînes à cycle orogénique long et vieux (~ 1 000 à 600 Ma) et des chaînes à cycle orogénique court et jeune

(700 à 650-540 Ma). Les chaînes du pourtour du craton de São Francisco sont des exemples du premier type. La chaîne Paragui illustre le second type.

Le cycle panafricain-Brésilien long est une anomalie. Les cycles du Phanérozoïque - calédonien, hercynien, alpin - ont une durée de l'ordre de 100-150 Ma. Aussi le cycle panafricain-Brésilien long, dont la durée traduit peut-être une période de calme tectonique relatif, est-il un thème intéressant à étudier.

Les phosphorites du Protérozoïque moyen et supérieur des chaînes Brésilien ont été remplacées dans leur contexte géodynamique. Elles se situent généralement dans la zone de transition entre le craton de São Francisco et la chaîne de Brasília. Contrairement à ce qui est connu globalement, les plus gros indices (gisement de Rocinha) sont Protérozoïque moyen. Ce dernier est étroitement associé à la ride stromatolitique de Vazante.

Les publications concernant le Brésil (liste en fin de dossier) consistent en huit articles parus dans des revues internationales (4) et nationales (4) à comité de lecture, quatre articles dans des revues sans comité de lecture, seize communications lors de congrès internationaux (7) et nationaux (9) avec publications, trois conférences sur invitation et un livre de 500 pages dactylographiées, 119 figures et 222 tableaux traduits aux USA. Son titre est « *Geology of Western Gondwana 2000 and 500 Ma. Pan-African-Brasiliense aggregation of South America and Africa* ».

La plupart des publications mentionnées sont analytiques. R. TROMPETTE s'efforce actuellement d'extraire de sa synthèse et de publier, sous forme de notes thématiques, les principaux résultats. Deux notes à *Economic Geology* (Phosphorites) et à *Paleogeography, Paleoclimatology and Paleogeology* (sédimentation glaciaire et turbiditique) ont été récemment publiées.

PARTENARIAT ET FORMATION

R. TROMPETTE a assuré seul, ou en collaboration avec des collègues brésiliens ou français, le très important travail d'encadrement de 6 thèses : 2 nouvelles thèses françaises, 4 thèses brésiliennes : deux de Mestrado, deux de doctorat. Quatre de ces thèses ont été soutenues à l'USP, deux à Marseille dans son ancien laboratoire CNRS de rattachement.

SILVA, M.E. da. 1981. Análise estrutural das faixas ectiníticas associadas ao falhamento de Cubatão entre as regiões de Juquiá e Pedro Barros. Estado de São Paulo. Inst. Geociênc., univ. São Paulo, 117 p.

SILVA, M.E. da. 1987. O sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o cráton do São Francisco. Tese Doutor., Inst. Geociênc., Univ. São Paulo, 141 p.

KARMANN, I. 1986. O grupo Rio Prado (Proterozóico médio e superior) : uma cobertura paraplataformar da margem sudeste do cráton do São Francisco. Tese Mestrado, Inst. Geociênc., univ. São Paulo, 129 p.

ARAUJO, P.R.R. 1988. Les phosphorites d'âge protérozoïque moyen de Rocinha (Minas Gerais, Brésil). Genèse et évolution d'un gisement de phosphate tectonisé et métamorphisé au Brésilien (~ 600 Ma). Thèse doct. sci., univ. Aix-Marseille III, 232 p. (Orientation en collaboration avec: Pr C. PARRON et R. FLICOTEAUX).

Le gisement de phosphorites de Rocinha (Minas Gerais) est d'âge Protérozoïque moyen (et non supérieur, équivalent du Bambui s.l.) comme cela était généralement admis dans la littérature brésilienne spécialisée. L'apatite s'est déposée sur le rebord externe d'une plate-forme marine ouverte vers le S.-O. et protégée au N.-O. par un récif barrière construit par des stromatolites (algues encroûtantes). Le

gisement est plissé et métamorphisé (schistes verts) au Brasiliano (600 Ma). Le niveau phosphaté est répété par écaillage.

ALVARENGA, C.J.S. de. 1990. Phénomènes sédimentaires, structuraux et circulation de fluides développés à la transition chaîne-craton. Exemple de la chaîne Paragui d'âge Protérozoïque supérieur, Mato Grosso, Brésil. Thèse doct. sci., univ. Aix-Marseille III, 177 p. (Orientation en collaboration avec Pr M. CATHELINEAU et A. PIQUE).

Autour de Cuiabá, les métasédiments de la chaîne Paragui sont un équivalent plissé et métamorphisé (faciès schiste vert) des couvertures subhorizontales (Groupe Alto Paragui) de l'apophyse méridionale du craton amazonien. Métasédiments et couvertures sont d'âge Vendien et Cambrien inférieur à moyen. L'or est associé à la dernière génération des veines de quartz mises en place dans une schistosité de fracture. Il est peut être contemporain de granites post-tectoniques de type São Vicente.

UHLEIN, A. 1991. Transição cráton-faixa dobrada : exemplo do cráton do São Francisco e da faixa Araçuaí (ciclo Brasiliano) no Estado de Minas Gerais. Aspectos estratigráficos e estruturais. Tese Dout. Inst. Geoc., Univ. São Paulo, 295 p. (Orientation en collaboration avec Pr U. CORDANI).

La chaîne Araçuaí est constituée de deux gros paquets de métasédiments : un paquet inférieur ou supergroupe de l'Espinhaço, d'âge Protérozoïque moyen, essentiellement détritique et déposé dans un rift peut être dès 1750 Ma. Le second, ou Groupe Macaúbas/Salinas, est constitué de diamictites et turbidites. Il est d'âge Protérozoïque supérieur. L'ensemble est plissé par l'orogénèse Brasiliano autour de 600 Ma. La chaîne Araçuaí est essentiellement ensialique.

Entre 1981 et 1984, R. TROMPETTE a donné, en alternance, deux cours en post-graduation (environ 40 heures pour environ 15 étudiants). Le premier cours était une introduction à la tectonique des plaques, le second traitait de l'évolution géodynamique des bassins sédimentaires avec un accent mis sur les rifts continentaux.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

L'USP est un cadre favorable pour le chercheur ORSTOM qui y trouve réunis une bonne bibliothèque, des laboratoires de base (lames minces...) fonctionnant bien, des collègues brésiliens et des visiteurs étrangers avec lesquels il est possible de maintenir un dialogue scientifique.

La règle du jeu de la coopération est la suivante : si le chercheur ORSTOM contribue activement aux travaux d'enseignement ou/et de recherche (encadrement de thésards), il bénéficie d'une grande liberté dans sa recherche. Il peut proposer aux meilleurs étudiants des sujets de thèses s'intégrant dans sa propre ligne de recherche.

A l'USP, le chercheur ORSTOM est d'abord un chercheur français. Et la traditionnelle question « Que rapporte ce type de coopération à l'ORSTOM? » équivaut à « Que rapporte-t-elle à la recherche française? » On peut répondre qu'elle permet d'envoyer les meilleurs étudiants dans des laboratoires français, de valoriser les chercheurs brésiliens francophones et francophiles.

Selon R. TROMPETTE, les projets de recherche ORSTOM dans le domaine qui le concerne doivent être unifiés autour d'un axe de recherche important et fédérateur. Il faudrait 1) regrouper les chercheurs autour de quelques thèmes unificateurs et 2) définir quelques chantiers importants vers lesquels convergent les énergies.

Les thèmes doivent être choisis en fonction des forces de l'ORSTOM et des priorités de nos partenaires brésiliens. Par exemple granitogénèse, chaînes panafricaines ou Brasiliano. Comme l'ont montré quelques réussites passées (Andes centrales, lac Tchad) le choix des chan-

tiers est fondamental. La définition de grands thèmes s'appliquant au Gondwana occidental contribuerait à effacer le cloisonnement Afrique/Brazil. Les problèmes géologiques sont très voisins des deux côtés de l'Atlantique.

Mieux centrée, plus concentrée la recherche ORSTOM en géologie serait mieux reçue et reconnue par nos partenaires brésiliens et africains.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

- SILVA, M.E. da ; TROMPETTE, R. 1982. Análise estrutural dos metassedimentos associados ao falhamento de Cubatão na região de Pedro Barros e Juquiá (SP). *Anais XXXII Congr. Bras.Geol.* Salvador, v. I, pp. 39-46.
- SILVA, M.E. da ; SADOWSKI, G.R. ; TROMPETTE, R. 1982. Modelo geométrico e cinemático para os falhamentos de idade Brasileira da faixa de dobramento Ribeira. Estado de São Paulo. Brasil. *Actas V Congr. Latino Americano Geol.*, Buenos Aires, v. II, pp. 11-21.
- TROMPETTE, R. 1982. Brasil e a margem atlântica da África no Proterozóico superior. Importância do fraturamento espinhaço (Kibariano?). *Anais XXXII Congr. Bras. Geol.*, Salvador, v.1, pp. 386-394.
- TROMPETTE, R. ; DELVIGNE, J. ; PARISOT, J.-C. 1982. La documentation de base sur la géologie du Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.* v. XII, 2 : 165-169.
- TROMPETTE, R. 1982. Quelle formation pour les géologues des pays en voie de développement ? *J. African Earth Sci.* pp. 370-371.
- TROMPETTE, R. 1983. A geologia da África do Sul através de sínteses recentes. *Ciências Terra*, Salvador, Brasil, 8 : 50-51.
- TROMPETTE, R. 1984. Geodynamic evolution of Western Gondwana in middle and Upper Proterozoic time. *Résumé, XXVII Congr. Géol. Intern. Moscou Abstr.*, II, pp. 404-405 et *Géochronique*, 10, 53 : 29.
- TROMPETTE, R. 1985. Géologie du Brésil - Données nouvelles - *Géochronique*, 16, pp. 11-12.
- TROMPETTE, R. 1985. Glaciations and geodynamic evolution of Western Gondwana in Upper Proterozoic time. *Fest-Kolloquium, Institut Für Geologie und dynamik der lithosphäre (IGDL)*, Göttingen, 1er novembre 1985. Conférence sur invitation.
- DARDENNE, M.A. ; TROMPETTE, R. ; MAGALHAES, L.F. ; SOARES, L.A. 1986. Phosphorites of the Bambuí group (Upper Proterozoic) in Brazil. In : P.J. Cook et J.H. Shergold edit. « Proterozoic and Cambrian phosphates ». Cambridge Univ. Press pp. 116-131.
- UHLEIN, A. ; TROMPETTE, R. ; SILVA, M.E. da. 1986. Estruturação tectônica do Superggrupo Espinhaço na região de Diamantina (MG). *Rev. Brasil. Geocienc.*, São Paulo, 16 [2] : 212-216.
- Le Supergroupe Espinhaço, qui forme l'essentiel des unités structurales externes de la chaîne Araçuaí, est plissé au Brésilien et non, comme c'est couramment admis, au protérozoïque moyen (orogénèse Uruaçu ~ 1000 Ma).*
- ALVARENGA, C.J.S. de ; TROMPETTE, R. 1988. Upper Proterozoic glacial environment of the border of the Amazonian craton and its evolution towards the adjacent Paraguay Belt.

- Mato Grosso, Brazil, IGCP Project n° 260 « Earths Glacial Record », Cuiabá (Brazil). Meeting 23-28th July - *Abstract*, pp. 31-44.
- TROMPETTE, R. 1988. Structural evolution and glacial events during middle and upper Proterozoic times in Brazil. IGCP Projects n° 260 « Earths Glacial Record », Cuiabá (Brazil). Meeting 23-28th July - *Abstract*, pp. 19-23.
- TROMPETTE, R. 1988. Initiation of Paleozoic cratonic basins of Western Gondwanaland possibly associated with an Upper-Ordovician-Lower Devonian distensive tectonics evidenced in Northern Cameroon. 7th Gondwana Symposium, São Paulo, Brésil, *Abstract*, p. 47.
- ALVARENGA, C.J.S. de ; CATHELINÉAU, M. ; DUBESSY, J. ; TROMPETTE, R. 1989. Microfracturing and associated N₂ - CH₄ or CO₂ rich fluids in barren and Au-bearing quartz veins from Cuiabá (Brazil). *Abstract*. ECROFI (European current Research on Fluid inclusions) Congress, Imperial College, London, 6-8th April 1989.
- ALVARENGA, C.J.S. de ; TROMPETTE, R. 1989. Glacial and turbidite sedimentation of Upper Proterozoic in Paraguay Belt. Mato Grosso, Brazil. 28th Intern. Geol. Congress, Washington, *abstract* 1, p. 374.
- KARMANN, I. ; SILVA, M.E. da ; TROMPETTE, R. 1989. Litoestratigrafia do grupo Rio Pardo, Proterozóico médio e superior do sudeste do Estado da Bahia. *Rev. Brasil. Geocienc.*, São Paulo, Brésil, 19 (3) : 290-302.
- SILVA, M.E. da ; KARMANN, I. ; TROMPETTE, R. 1989. Litoestratigrafia do supergrupo Espinhaço e grupo Bambuí no noroeste do Estado da Bahia. *Rev. Bras. Geocienc.*, São Paulo, Brésil, 19 (2) : 141-152.
- TROMPETTE, R. 1989. Ensisalic evolution of the centrifugal Araçuaí West Congo (Zaire) Pan African Belt. Role of the Middle Proterozoic fracturation. 28th Intern. Congress, Washington. *Abstract*, 3 : 255-256.
- SILVA, M.E. da ; KARMANN, I. ; TROMPETTE, R. 1990. O sistema de dobramentos Rio Preto - borda noroeste do cráton do São Francisco. XXXVI Congr. Bras. Geol., Natal. *Anais* v. VI, pp. 2658-2671.
- SILVA, M.E. da ; LECORCHE, J.P. ; TROMPETTE, R. 1990. A faixa de dobramentos Piancó-Alto Brígida : constituintes, estruturas e relações estruturais com os cisalhamentos dúcteis de Patos e Pernambuco. *Bol. Espec. Inst. Geocenc.*, univ. São Paulo, pp. 125-129.
- UHLEIN, A. ; SILVA, M.E. da ; TROMPETTE, R. 1991. A faixa de dobramentos Araçuaí no Estado de Minas Gerais : uma cadeia monocíclica de idade Brasileira. XXXVI Congr. Bras. Geol., Natal. *Anais*, v. VI, pp. 2576-2588.
- BOUJO, A. ; TROMPETTE, R. ; FLICOTEAUX, R. ; MELFI, A.J. ; BLOT, A. ; MONTEIRO, M.D. ; OLIVEIRA, J.J. ; MAGAT, P. 1991. Fosfatos sedimentares marinhos do Proterozóico médio e superior e do Cambriano da África e do Brasil : contexto geológico, mineralógico e geoquímico - Aspectos econômicos. III Congr. Bras. Geoquim., São Paulo, Brasil. *Resumo*, 1 : 64-67.
- TROMPETTE, R. ; UHLEIN, A. ; SILVA, M.A. da ; KARMANN. 1991. O cráton Brasileiro do São Francisco. Uma revisão. Simp. Proterozóico médio e superior. Morro do Chapéu, Bahia, Brasil.

Le craton de São Francisco est une province d'âge Brasiliano définie par ALMEIDA autour des années 1970. Sa définition doit être revue : la chaîne du Paramirim (Ba) est d'âge Brasiliano et coupe en deux parties le craton de São Francisco. La partie nord-est, ou bloc de Salvador, représente une excroissance du craton du Congo.

UHLEIN, A. ; TROMPETTE, R. 1991. Cisalhamento dúctil, dobras com eixo paralelo à lineação de estiramento e a estrutura da faixa Araçuaí, MG. III Simp.Nac.Estudos Tectônicos, Rio Claro, MG, Brasil. Bol., pp. 17-18.

ALVARENGA de C.J.S ; TROMPETTE R. 1992. Glacially influenced sedimentation in the latest Proterozoic or the Paraguay fold belt (Mato Grosso, Brasil). *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoeconol.*, 92 : 85-105.

La glaciation de la fin du protérozoïque (~ 600 Ma) est représentée par des faciès glacio-marins sur l'apophyse du craton amazonien. Vers l'est, dans le « geosynclinal » du Paraguay, elle passe à une sédimentation gravitaire (débris flows et turbidites) où les indices d'influences glaciaires sont très rares.

ROCHA ARAUJO da P.R., FLICOTEAUX, R. ; PARRON, C. ; TROMPETTE, R. 1992. The phosphorites of Rocinha mine-Patos de Minas (Minas Gerais, Brasil). Genesis and evolution of a Middle Proterozoic tectonized by the Brasiliano orogenesis (600 Ma). *Economic Geol.*, 87 : 332-351.

Les phosphorites de Rocinha se sont déposées au Protérozoïque moyen dans une baie ouverte sur la mer, à l'abri d'une barrière récifale stromatolitique. Un enrichissement secondaire en phosphate, d'origine tectonique, est rencontré le long des plans de cisaillement brasiliano.

TROMPETTE, R. 1992. Amalgamation of Western Gondwana. *Geol. Soc. Amer. Penrose Conference*, « Late Precambrian tectonics and the Dawn of the Phanerozoic ». Death Valley, USA, 18-23 oct. 1992.

FAIRCHILD, T.R. ; BRITO NEVES de B.B. ; TROMPETTE, R. 1992. Characteristics of the Brazilian Neoproterozoic. *Abstr. 29th Intern. Geol. Congr., Kyoto, Japan*, 1, p. 241.

UHLEIN, A. ; ALKMIN, F.F. ; PEDREIRA, A.J. ; TROMPETTE, R.R. 1992. Evolução geológica da faixa móvel Espinhaço nos estados de Minas Gerais e Bahia. *Bol. resumos expandidos*, 37 Congr. Bras. Geol., São Paulo, 2 : 290-292.

UHLEIN, A. ; TROMPETTE, R.R. 1992. A evolução de um rift intracontinental para uma margem continental passiva : o exemplo da faixa de dobramento Araçuaí (M.G.). *Bol. resumos expandidos*, 37 Congr. Bras. Geol., São Paulo, 2 : 293-294.

TROMPETTE, R. 1992. Reconstituição dinâmica do manto de gelo do Ordoviciano superior : exemplo do Saára (NW da África). *Bol. resumos expandidos*, 37 Congr. Bras. Geol., São Paulo, 2 : 540-542.

TROMPETTE, R. (sous presse). Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma). Pan-African-Brasiliano aggregation of South America and Africa. Balkema ed.

Le Gondwana occidental tel qu'il existait au Paléozoïque, avant l'ouverture de l'océan Atlantique, s'est constitué autour de 600 Ma, à la fin de l'orogénèse panafricaine-Brasiliano. Cinq plaques - Amazone-Afrique de l'Ouest, Congo-São Francisco, Rio de la Platte, Kalahari et N.-E. du Brésil-Afrique Centre-Ouest - se sont réunies suite à la fermeture d'océans individualisés le plus souvent autour de 900 Ma.

GÉOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq GÉOCHIMIE DES COUVERTURES LATÉRITIQUES ET MINÉRALISATIONS ASSOCIÉES.

**SOUS-PROJET
SÉDIMENTATION ET TECTONIQUE DES PLISSEMENTS BRASILIANO
ET PHOSPHATES MÉTASÉDIMENTAIRES
DU PROTOROZOÏQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR**

Localisation

Département de géologie,
Institut de géologie de l'université de São Paulo (IG/USP), São Paulo

Chercheur français

Armand BOUJO, géologue du BRGM, en poste d'accueil ORSTOM

Partenaire responsable

Adolpho José MELFI, directeur de l'IAG, professeur à l'USP

Durée du projet

avril 1989 - décembre 1991

HISTORIQUE

Ce volet « phosphates métasédimentaires » du grand programme de géologie de la surface qui lie l'ORSTOM et l'Institut de Géologie de l'USP est né de la nécessité, pour le Pr A. MELFI, de réaliser, dès 1987, un inventaire des ressources en phosphates du Brésil. A. BOUJO, spécialiste des phosphates, finit alors au sein du Bureau de recherches géologiques et minières un important travail au Togo et participe à un projet de recherche avec l'ORSTOM. Un poste d'accueil ORSTOM est demandé en 1988 et le volet « phosphates » est incorporé au grand programme de géologie ORSTOM/CNPq/IG-USP. A. BOUJO arrive au Brésil en avril 1989.

IMPORTANCE DES PHOSPHATES AU BRÉSIL

Le Brésil est le premier producteur du monde de phosphate d'origine éruptive (Complexes annulaires hyper-alkalins ou carbonatites). Ses ressources en phosphate sédimentaire connues à ce jour sont plus limitées : gisements crétacés d'Olinda et Paulista situés à proximité de Recife, gisements protérozoïques moyens de Rocinha et Lagamar dans les groupes Paranoá et Canastra du Brésil central ; gisement protérozoïque supérieur d'Irecê dans le groupe Una de l'Etat de Bahia. Les « guanos » sont notamment connus par une croûte phosphatée recouvrant les basaltes de l'archipel des Abrolhos; au large de l'Etat de Bahia (BOUJO et al, 1991) et font l'objet de travaux détaillés réalisés par A. MELFI et R. FLICOTEAUX (université d'Aix-Marseille III). Avant l'arrivée de A. BOUJO, des chercheurs brésiliens (surtout Maria Cristina TOLEDO-GROKE et ses élèves, IG/USP) travaillaient déjà sur les carbonatites à phosphate de Juquié et Ipanema (Etat de São Paulo) et F. SOUBIÉS, chercheur de l'ORSTOM étudiait le complexe de Catalão (Etat du Minas Gerais) où le phosphate ne représente qu'une minéralisation secondaire. Mais, en général, l'apatite n'était pas le principal objectif de ces recherches.

ACTIVITÉS RÉALISÉES

Missions de terrain

Irecê (BA)

Ce gisement nouvellement découvert est un modèle intéressant de minéralisation phosphatée associée à des carbonates à stromatolites (algues encroûtantes). Son étude est facilitée par des conditions favorables d'affleurement, par son accessibilité et par de nombreux sondages carottés effectués au cours de la prospection minière. C'est sur lui que se sont concentrées les études fondamentales effectuées par A. BOUJO en collaboration avec R. FLICOTEAUX (université de Marseille III), M. MONTEIRO (Companhia Baiana de Pesquisa Mineral/CBPM), A.J. MELFI (USP-IAG) et J.J. de OLIVEIRA (Université Fédérale de Bahia, UFBa). Les échantillons de sondage ainsi qu'un grand nombre d'échantillons de terrain ont été prélevés.

Brésil central

Cette étude des indices du groupe Bambuí (région de Dores do Indaiá, Quartel Geral, Cedro do Abaeté) et de la converture crétacée à indices de phosphate de Mata da Corda est réalisée en compagnie de R. TROMPETTE, chercheur en poste d'accueil ORSTOM et de J. SIGOLO (IG/USP). Plusieurs coupes sont décrites et échantillonnées. L'indice de Conceição do Mato Dentro (Protérozoïque moyen de l'Espinhaço) a été reconnu.

RÉSULTATS ET VALORISATION

Les indices d'Irecé sont les premières phosphorites volumétriquement importantes décrites dans le Protérozoïque supérieur du Brésil (Groupe Una, équivalent dans la Bahia du classique Groupe Bambui). Ces phosphates se sont déposés sur une plate-forme dans une ambiance carbonatée. L'apatite est une fluorapatite.

Les indices de Conceição do Mato Dentro (Minas Gerais) sont représentés par des quartzites à apatite du Supergroupe Espinhaço. Ils renferment de quelques pourcents à 10% de phosphore exprimé en oxyde et affleurent à la partie inférieure du remplissage détritique du rift Espinhaço, à un niveau stratigraphique voisin de celui où sont rencontrés les diamants détritiques (conglomérats de la Formation Sopa-Brulmadinho). L'âge de l'apatite est probablement voisin de 1 750 millions d'années, âge de rhyolites alcalines dont la mise en place est supposée synchrone du rifting. La source de l'apatite est à rechercher probablement dans l'érosion de plutons alcalins/hyperalcalins syn-rifting. Les diamants pourraient avoir une source identique. Toutefois de tels plutons sont inconnus dans la zone d'affleurement des indices phosphatés. La grande dureté des quartzites à apatite implique que seuls les faciès superficiels, altérés et enrichis par le départ des carbonates, seraient susceptibles d'être exploités. Les teneurs restent cependant trop faibles pour qu'un début d'exploitation soit envisageable.

Ces études préliminaires s'inscrivent dans un inventaire systématique des ressources en phosphates du Brésil.

CONFÉRENCES ET CONGRÈS

- Conférence prononcée le 29-11-89 à l'Institut de Geociências de l'USP : « **Traços marcantes da Geologia e gênese dos fosfatos sedimentares marinhos** ».
- Participation au congrès de géochimie de São Paulo, 1991. Communication citée en III.

ENCADREMENT

Mestrado :

- Paulo BOGGIANI (phosphates de la Serra de Boduquena, Mato Grosso do Sul) ;
- Viviane FERRARI (phosphates d'Irecé - sujet modifié vers l'étude des sols dérivant de la formation phosphatée en raison du départ de A. BOUJO (l'encadrement sera poursuivi par A. MELFI et JJ de OLIVEIRA).

CONCLUSIONS

Le thème phosphates est **particulièrement porteur au Brésil** en raison des besoins importants en engrais de ce pays très agricole d'une part, et d'une tradition de recherche fondamentale axée sur le phosphate d'origine magmatique, assurée essentiellement, jusqu'ici, presque exclusivement par des chercheurs brésiliens, d'autre part. **Il serait souhaitable que l'ORSTOM, fort de son expérience africaine, intensifie son effort de recherche en coopération dans ce domaine.**

PRINCIPALES PUBLICATIONS

- BOUJO, A. ; TROMPETTE, R. ; FLICOTEAUX, R. ; MELFI, A.J. ; BLOT, A. ; MONTEIRO, M.D. ; OLIVEIRA, J.J. de ; MAGAT, P. 1991. Fósforos sedimentares marinhos do Proterozóico médio e superior e do Cambriano inferior da África e do Brasil. Contexto geológico, mineralógico e geoquímico. Aspectos econômicos. In : Anais do 3º Congresso brasileiro de Geoquímica : 1º Congresso de Geoquímica dos países de língua portuguesa, São Paulo, Brasil, 1991, resumos, 1º vol., p. 64-67.
- FLICOTEAUX, R. ; BOUJO, A. ; MONTEIRO, M.D. ; MELFI, A.J. (à paraître). Les sulfures associés à la minéralisation phosphatée d'Irecê. Origine et diagenèse. C.R. Acad. Sci., Paris.
- FLICOTEAUX, R. ; BOUJO, A. ; MONTEIRO, M.D. ; MELFI, A.J. (à paraître). Pétrographie, minéralogie, géochimie des phosphates d'Irecê. C.R. Acad. Sci., Paris.
- BOUJO, A. ; TROMPETTE R. ; FLICOTEAUX R. ; MELFI, A.J. ; AFFATON, P. ; BLOT, A. ; MONTEIRO, M.D. ; OLIVEIRA de J.J. ; MAGAT, P. (sous presse). Fosforos sedimentares marinhos do Protozoico médio e superior e do Cambriano da África e do Brasil. Geologia, mineralogia, geoquímica e importância econômica. Anais Acad. Bras. Ciênc., Rio de Janeiro.

GÉOLOGIE DE LA SURFACE

PROJET ORSTOM/USP/CNPq PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE COMPORTEMENT DES ÉLÉMENTS DE TRANSITION DANS LES FORMATIONS SUPERGÈNES DU BRÉSIL MÉRIDIONAL ET CENTRAL

Localisation

Institut de géosciences de l'université de São Paulo (IG/USP), São Paulo

Chercheur ORSTOM

Jean-Marie WACKERMANN

Partenaire responsable du projet

José Adolpho MELFI, professeur à l' USP

Durée du projet

janvier 1976-juin 1980

HISTORIQUE

Ce programme de recherche a fait l'objet d'un accord de coopération entre l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo et le CNPq, d'une part, et l'ORSTOM, d'autre part et entre dans la convention signée le 19 juillet 1974 entre l'ORSTOM et l'USP. Il concrétise les contacts scientifiques constants entre le Pr A. MELFI et la communauté scientifique géologique française travaillant sous les tropiques, les professeurs G. MILLOT, G. PEDRO et des chercheurs de l'ORSTOM dès 1973. Le Pr A. MELFI fait alors une mission au Sénégal oriental montée par les géologues de l'ORSTOM, A. BLOT, J.-C. PION et J.-M. WACKERMANN et découvre l'objet et les méthodes d'études des altérations météoriques du socle précambrien africain si semblable à celui qui constitue une grande partie du craton brésilien. L'idée d'une convention d'étude de ces matériaux au Brésil à partir de l'USP germe alors et donnera naissance à cette coopération qui démarre effectivement avec l'affectation de J.-M. WACKERMANN en janvier 1976. Ce dernier vient de soutenir sa thèse sur l'étude des altérations en milieu tropical à saison sèche très marquée.

Initié au début de 1976, le projet a bénéficié d'aides à la recherche de la part de la fondation d'aide à la recherche de l'Etat de São Paulo (FAPESP). Il a comporté des opérations thématiques, spécifiques, simultanées ou successives. Le chercheur français a participé, plus particulièrement à trois d'entre elles au cours de son séjour à l'université de São Paulo.

L'équipe était constituée de chercheurs associés permanents et de professeurs de l'USP : A.J. MELFI et S.M.B. de OLIVEIRA, J.R. de ARRUDA, M.C.T. GROKE, M.C. MODENESI. et J. YURMANI, élève-chercheur à l'ORSTOM, de nationalité centrafricaine a participé temporairement au projet dans le cadre de son stage.

ACTIVITÉS PRINCIPALES

Elles ont comporté plusieurs volets : initiation aux techniques d'étude des formations supergènes, sur le terrain et au laboratoire ; participation au dépouillement des observations et des résultats analytiques ; développement du laboratoire de spectrochimie ; conférence dans le cadre des cours de post-graduation des Instituts de géoscience de São Paulo et de Salvador.

Les principales opérations de recherches thématiques :

Ces opérations sont les suivantes :

- altération météorique des massifs ultrabasiques (métallogénie supergène du nickel) de la région de Santa Fé (GO). En 1976, J.-J. TRESCASES reprendra le relais de cette opération ;
- transformations supergènes des formations sédimentaires précambriennes et des minéralisations associées (cuivre, plomb, zinc) du bassin du Rio Ribeira de Iguape (SP) ;
- altération météorique et bauxitisation des roches cristallines de la Serra da Mantiqueira et de la Serra do Mar (SP).

Parallèlement, J.-M. WACKERMANN poursuit des travaux sur la modélisation du couplage entre les teneurs des éléments dissous dans les eaux phréatiques et superficielles et leur conductivité électrique.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Altération météorique des massifs ultrabasiques (métallogénie supergène du nickel) de la région de Santa Fé (GO)

L'évolution minéralogique (Fe, Ni, Al, Cr), sous climat tropical à saisons contrastées, conduit essentiellement à la goéthite, stable aussi bien dans l'arène à structure conservée que dans la latérite superficielle, pulvérulente, et à des silicifications fissurales (quartz, calcédoine, opale, chrysoprase). Les smectites (nontronite) constituent des phases transitoires à partir des péridots, pyroxènes et phlogopites. Les concentrations en nickel, relatives et absolues, sont liées à l'adsorption par les chlorites-vermiculites résiduelles, aux néogénèses de phyllites de type talc-nontronite et à la fixation sur les hydroxydes et oxydes (goéthite-hématite). L'application du modèle mathématique d'évolution des profils a permis de situer le toit de la roche saine, par extrapolation, et de quantifier l'influence de la pente topographique sur les teneurs en nickel (relation inverse).

Publications correspondantes :

OLIVEIRA, S.M.B. de ; WACKERMANN, J.-M. 1978. Modelo de evolução geoquímica dos perfis de alteração dos maciços cristalinos em zona tropical. Aplicação ao estudo de um maciço ultrabásico de Goiás. Consequências para o estudo das formações superficiais. *Anais Colóquio Interdisciplinar Franco-Brasileiro « Estudo e Cartografia de Formações Superficiais e suas aplicações em regiões tropicais »*. São Paulo, vol. I, pp. 99-112.

OLIVEIRA, S.M.B. de. Alteração intempérica das rochas ultrabásicas de Santa Fé (GO) e gênese do depósito niquelífero. Tese de doutoramento, IG/USP, São Paulo, 1980, 216 p.

Transformations supergènes des formations sédimentaires précambriennes et des minéralisations associées (cuivre, plomb, zinc) du bassin du rio Ribeira de Iguape (SP)

Les paramètres des distributions des trois éléments (cuivre, plomb, zinc) indiquent une préconcentration sédimentaire dans les faciès calco-magnésiens métamorphiques (calcaires et schistes à trémolites). Trois processus de concentration ont été reconnus : les dépôts minéralisés liés à des variations séquentielles ou latérales de faciès sédimentaires ; les enrichissements liés au métamorphisme de contact avec les batholites et filons intrusifs (acides et basiques) ; les remobilisations à la faveur d'accidents tectoniques (brèches liées à des plis faillés). Les études de terrain et les données analytiques ont permis de proposer une méthodologie de prospection minière (des minéralisations d'importance variée ont été observées).

Publication correspondante :

ARRUDA, J.R. de. ; YURMANI, J. ; WACKERMANN, J.-M. 1980. Données géochimiques sur le cuivre, le plomb et le zinc dans les sédiments précambriens du Rio Ribeira de Iguape (Sud-Est du Brésil) et dans leur manteau superficiel. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, Paris, 11, 1 : 43-54.

Le départ de l'Institut du partenaire principal a interrompu la rédaction d'une thèse.

Altération météorique et bauxitisation des roches cristallines de la Serra da Mantiqueira et de la Serra do Mar (SP)

Les études microscopiques et diffractométriques ont conduit à l'établissement d'une échelle d'évolution progressive de l'intensité des conditions de l'altération antépliocène, liée à la genèse des latosols, riches en hématite :

- faciès spongieux, puis kaolinisation ordonnée des feldspaths (sodiques, ensuite potassiques) ;
- kaolinisation ordonnée des biotites (oxydes de fer périphériques et interlamellaires) et gibbsitisation pseudomorphique, non ordonnée des feldspaths, kaolinisés ou non (orientation anarchique des cristaux néoformés) ;
- kaolinisation ordonnée des muscovites et transformation des chlorites en vermiculites alumineuses ;
- gibbsitisation de l'ensemble des aluminosilicates ;
- accroissement important de la porosité, avec remobilisation de l'aluminium et du fer ; l'individualisation de filonnets et géodes ; corrosion des quartz (envahi par les oxydes de fer et de la gibbsite) ;
- pour l'étape ultime, effacement de la structure originelle, concomitante avec une redistribution totale du fer.

Dans la Serra da Mantiqueira, la cote 1 800 m constitue une limite régionale entre un type d'altération modérée (kaolinisation des micas, phyllites, etc.) et une altération gibbsitique globale, sur les versants les plus élevés. Pour ces derniers, l'intensité de l'altération est néanmoins modulée par des facteurs morphologiques locaux : elles sont maximales sur les parties sommitales et au droit des rebords, modérée sur les versants rectilignes et convexes. Les bauxites susceptibles d'un intérêt économique sont liées aux pegmatites intra-granitiques, aux syénites et aux grano-diorites des massifs d'altitude ; les massifs schisteux et migmatitiques, moins élevés en règle générale, donnent des enrichissements moindres en alumine et des teneurs plus élevées en minéraux primaires résiduels.

A la suite, notamment, des mouvements tectoniques qui ont donné naissance au système de horst et graben du Rio Paraíba do Sul, à partir du Pliocène, l'évolution supergène actuelle, liée

au climat humide et froid d'altitude, est podzolante (goethite et matière organique abondantes) et marquée par l'importance du colluvionnement sur les versants concaves.

Publications correspondantes :

- GROKE, M.C.T. ; MELFI, A.J. ; WACKERMANN, J.-M. 1980. Transformações mineralógicas e estruturais ocorridas durante a bauxitização de rochas cristalinas. Estudo do depósito bauxítico de Mogi das Cruzes, SP, *Anais XXXI Congr. Bras. Geol.*, vol. I, pp. 128-135.
- GROKE, M.C.T. 1981. Evolução geoquímica, mineralógica e micromorfológica no processo de bauxitização. Estudo comparativo dos depósitos de Mogi das Cruzes, Curuçatã e Lavrinhas, SP, associados a diferentes tipos litológicos. Dissertação de Mestrado, IG/USP, São Paulo, 106 p.
- MODENESI, M.C. 1980. Intemperismo e morfogênese no Planalto de Campos do Jordão (SP) *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 10, pp. 213-225.

Modèle de couplage entre teneurs et conductivité dans les eaux naturelles

Des traitements statistiques et des représentations graphiques ont mis en évidence des couplages répétitifs entre les teneurs des éléments dans des eaux phréatiques et superficielles et leur conductivité électrique (échantillons du Sénégal et du Brésil). Deux systèmes de courbes caractérisent, respectivement, les processus de dissolution et de néogénèse des minéraux identifiés dans les formations aquifères. Les paramètres de ces courbes empiriques s'ordonnent selon les énergies d'ionisation des atomes correspondants et les énergies libres de formation des minéraux concernés. L'identification théorique de ces propriétés (dopage d'un milieu cristallin semi-conducteur) a été rendue possible grâce à l'aide du professeur J. BODINAUD de l'Institut polytechnique de l'USP. Ces recherches se poursuivent au Centre ORSTOM de Bondy (France).

Publication correspondante :

WACKERMANN, J.-M. 1980. Modèles décrivant les variations de teneurs dans les arènes d'altération météorique tropicale et les nappes afférentes. *Sci. de la Terre*, Sér. informatique géologique, Nancy, 14, pp. 201-217, et *XXV^e Congr. Géol. Intern.*, Paris, 1980, section 12-1.

PARTENARIAT ET FORMATION

Ce volet de formation à la recherche par la recherche, évoqué dans les trois rubriques précédentes, **a constitué, en fait, la base de l'activité déployée** au sein de l'Institut de géosciences, de 1976 à 1980 : initiation aux techniques de terrain et de laboratoire, à partir de l'expérience professionnelle acquise en Côte-d'Ivoire, au Sénégal et en France ; aide à l'interprétation des données ; conférences dans le cadre de la post-graduation ; participation à des jurys de thèse ; fonctionnement du laboratoire de spectrochimie ; contacts avec des entreprises minières et des bureaux d'études géologiques et minières.

Le faible niveau des rémunérations en début de carrière des universitaires brésiliens a induit le départ, en cours de travaux, d'un certain nombre de jeunes chercheurs thésards, qui n'ont pu, ainsi, publier leurs résultats ou déboucher sur la soutenance d'une thèse.

Néanmoins, **la collaboration avec les chercheurs de l'Institut de l'USP se poursuit**, depuis l'affectation de J.-M. WACKERMANN au Centre ORSTOM de Bondy, en 1987, grâce à des séjours réguliers de ces chercheurs partenaires dans ce Centre ORSTOM ou à l'université de Poitiers (Pr J.-J. TRESCASES).

GÉOLOGIE DE LA SURFACE

PROJET ORSTOM/USP/CNPq

ALTÉRATION DES ROCHES ULTRABASIQUES ET GENÈSE DES LATÉRITES À NICKEL. ALTÉRATIONS DES CALCAIRES ET CONCENTRATION DES TERRES RARES

Localisation

Institut de géosciences, université de São Paulo (IG/USP), São Paulo

Chercheur ORSTOM

Jean-Jacques TRESCASES

Partenaire responsable du projet

Adolpho José MELFI, professeur à l'USP

Durée du projet

janvier 1977-décembre 1981

HISTORIQUE

La coopération entre l'ORSTOM et l'université de São Paulo dans le domaine de la géologie de la surface a une origine ancienne. Les premiers contacts, personnels et informels, ont été pris dans les années 1973-1974, par le Professeur A. MELFI, de l'université de São Paulo, alors en stage dans le laboratoire du professeur G. PEDRO, à l'INRA-Versailles. A cette époque se concrétisaient les premiers résultats des géologues ORSTOM, recrutés quelques années plus tôt avec l'objectif de développer, en synergie avec la section de Pédologie, forte et expérimentée, une approche originale de l'étude des couvertures d'altération tropicales (latérites *sensu lato*), et tout particulièrement de leur intérêt minier. De nombreuses thèses de géologues et pédologues de l'ORSTOM, soutenues à l'université de Strasbourg sous la direction du Pr G. MILLOT entre 1973 et 1979 témoignent des résultats obtenus en Afrique et dans le Pacifique. Certains de ces chercheurs seront, tout de suite après leur thèse, tentés par l'aventure brésilienne : G. SIFFERMANN (1970) ; J.-J. TRESCASES (1973) ; A. NOVIKOFF (1974) ; J.-M. WACKERMANN (1976) ; A. CHAUVEL (1976) ; J.-C. LEPRUN (1980) ; R. TROMPETTE (1980)...

L'importance, y compris économique, des couvertures latéritiques du Brésil (avec leurs gisements associés de Al, Fe, Mn et Ni, dont certains sont parmi les plus importants du monde), l'in-

têrêt pour ce pays de former des géologues spécialistes de l'étude des altérations, expliquent que le professeur MELFI qui possédait une double culture de géologue et de pédologue, ait alors envisagé de développer à l'université de São Paulo, et en coopération avec l'ORSTOM, un pôle important de géologie de la surface.

Cette coopération a effectivement démarré en 1976 avec l'affectation à São Paulo de J.-M. WACKERMANN, ainsi que de deux pédologues, B. VOLKOFF et A. CHAUVEL.

Les conditions matérielles de départ étaient plutôt meilleures que dans les affectations plus traditionnelles de l'ORSTOM : le chercheur français était considéré comme « professeur visitant » dans l'un des plus gros centres scientifiques d'Amérique latine. Les partenaires brésiliens étaient en revanche à former, puisque initialement, seul le professeur MELFI possédait une expérience déjà solide de la géologie des altérations.

Cette formation de spécialistes a été conduite à plusieurs niveaux. D'abord par l'orientation scientifique de la thèse (niveau Ph.D) de deux élèves du professeur MELFI : A. CARVALHO et S. de OLIVEIRA, déjà enseignants-chercheurs de l'université de Sciences. Ensuite par l'encadrement de jeunes étudiants récemment formés en géologie, et qui ont été depuis recrutés, soit par l'université de São Paulo (ou d'autres universités brésiliennes), soit par des compagnies minières intéressées par leur spécialisation.

Après être resté cinq ans à l'université de São Paulo, J.-J. TRESCASES quitte le Brésil et l'ORSTOM en décembre 1981, ayant obtenu un poste de professeur à l'université de Poitiers. Il continue depuis, et jusqu'à ce jour, une coopération franco-brésilienne devenue trilatérale : ORSTOM-université de Poitiers-université de São Paulo (et même étendue plus récemment à l'université du Rio Grande do Sul avec le Pr. M. FORMOSO). Il continue cette coopération :

- en étant membre associé d'une Unité de recherches de l'ORSTOM (l'UR 1G du Département terre-océan-atmosphère) ;
- en promouvant la signature de conventions entre l'ORSTOM et l'université de Poitiers d'une part, entre l'université de Poitiers et l'université de São Paulo d'autre part (et récemment entre l'université de Poitiers et l'université du Rio Grande do Sul) ;
- en effectuant presque chaque année une mission au Brésil (neuf au total entre 1982 et 1992), l'ORSTOM ayant contribué au financement de certaines d'entre elles ;
- en donnant à la majorité de ses élèves à Poitiers des sujets de thèses concernant le Brésil (six thèses sur les neuf qu'il a dirigées, ou co-dirigées, depuis son arrivée à l'université de Poitiers) ;
- en accueillant dans son laboratoire à Poitiers, pour des séjours plus ou moins prolongés, le Pr A. MELFI, son ancienne élève S. de OLIVEIRA, et des enseignants-chercheurs brésiliens plus récemment formés, depuis que l'équipe de géologie des altérations est une solide réalité à l'université de São Paulo (M.C.T. GROKE ; M.L. MELCHERT de CARVALHO e SILVA).

ACTIVITÉS ET PROGRAMMES DE RECHERCHES DÉVELOPPÉS

La principale activité de recherches concerne la géochimie des latérites, avec son application métallogénique. A l'USP durant son séjour au Brésil ce sont les **latérites nickélicifères** (ou plus généralement les altérations des massifs de roches ultrabasiques dans les divers contextes morpho-climatiques du Brésil) qui font l'objet de tous les travaux du chercheur français, travaux systématiquement conduits en équipe :

- soit au début, dans le cadre de sujets de thèses définis et orientés par lui (massif de Santa Fé-GO ; massif de São João do Piauí-PI ; massif de Pien-PR ; massif de São Gabriel-RS) ;
- soit par la suite, en véritable coopération lorsqu'a pu être créée une équipe brésilienne de recherches spécialisée sur la métallogénie de surface (massifs de Niquelândia et Barro Alto-GO ; massif de Morro do Niquel-MG ; massif de Jacupiranga-SO ; massif de Vermelho/Carajás-PA).

Après son départ de São Paulo, ces travaux concernant le nickel latéritique ont été complétés à Poitiers (l'accent étant mis sur l'étude cristallographique fine de phases minéralogiques porteuses de nickel dans les profils d'altération), et aussi, sous la direction de S. de OLIVEIRA, à São Paulo avec l'étude de quelques massifs de Minas Gerais.

Depuis 1982, J.-J. TRESCASES dirige à Poitiers des thèses concernant d'autres accumulations de type latéritique : Manganèse (Azul-PA), Cuivre (Chapada-GO et Santa Blandina-SP), fer (Capanema-MG) et terres rares (Curitiba-PR).

Enfin un thème nouveau a été abordé en 1988, par une thèse financée par le MRT et l'ORSTOM, concernant la valorisation des matériaux latéritiques pour le génie civil. Cette thèse devrait être soutenue en 1993. Par ailleurs une collaboration a été initiée avec l'université du Rio Grande do Sul en 1991, avec l'étude de l'altération de la couverture basaltique du Sud-Brazil, ce qui devrait impliquer en 1993-1994 la venue à Poitiers d'un thésard, M. SCHUCK.

RÉSULTATS OBTENUS

Caractéristiques des gisements de nickel brésiliens

Les caractéristiques générales des gisements de nickel latéritiques du Brésil ont pu être établies. Ces gisements sont principalement situés dans l'Etat du Goiás, mais on en rencontre également dans les autres régions, bien qu'ils soient absents de l'extrême Sud et rares dans le Nord-Est. Avec des réserves de l'ordre de 350.10^6 tonnes de minerai de teneur variable entre 1,2 et 2,2 % de Ni, le Brésil se place dans la petite douzaine de pays à potentiel minier important pour cette matière première stratégique qu'est le nickel.

Les latérites nickélifères du Brésil se distinguent assez nettement des principaux gisements de ce type dans le monde du fait de l'importance des silicifications que l'on y rencontre. On peut attribuer ces dernières à une épisode climatique semi-aride qui a provoqué, au Tertiaire inférieur à moyen, à la base des profils d'altération de l'époque, l'individualisation d'un puissant niveau silicifié (silcrète) dont il subsiste, dans toutes les régions, d'importants témoins couronnant aujourd'hui les hauteurs. Le paysage aplani et ultérieurement latéritisé a ensuite été incisé et une nouvelle phase d'altération concerne depuis les zones basses, avec transfert latéral progressif du stock de nickel antérieurement constitué vers ces nouveaux profils, différenciés en fonction des climats actuels. Des caractéristiques voisines ont été décrites en Australie et en Afrique du Sud.

Le gisement de Niquelândia, dont certains minerais sont constitués par une smectite Ni-Fe-Mg qui n'avait jamais été décrite, et qui apparaît par altération de pyroxénite et non de dunites et harzburgites, roches-mères de tous les autres gisements latéritiques, constitue par ailleurs un cas semble-t-il unique.

Le comportement du fer et des terres rares

En ce qui concerne les autres éléments dont les accumulations au sein de profils latéritiques ont fait l'objet des travaux entrepris après 1982, les résultats les plus novateurs concernent le

fer et les terres rares. L'étude de l'altération des itabirites du Quadrilatère ferrifère (Minas Gerais) a permis d'identifier les contrôles du système goëthite-hématite qui constituent les deux phases ferrifères essentielles de toutes les latérites. Le rôle de l'aluminium, substitué dans ces deux phases, paraît capital, la forme minéralogique la plus stable étant la goëthite-Al. Quant aux terres rares, leur comportement géochimique dans l'altération latéritique a pu être analysé sur des profils polygénétiques développés dans la région de Curitiba à partir d'argiles smectitiques sédimentaires anormales en terres rares. Les horizons supérieurs, latéritiques, sont kaolinisés, alors qu'une étape précoce en climat aride était responsable de calcifications. L'altération latéritique libère et mobilise les terres rares, et provoque leur fractionnement. Les horizons supérieurs sont très appauvris en terres rares, sauf en Ce, associé à des concrétions d'oxydes de Mn (contrôle par l'oxydation) ; une accumulation absolue de terres rares légères (La, Nd, Eu...) sous forme de carbonate hydraté s'installe au toit des carbonates pédogénétiques (contrôle par le pH) ; les terres rares lourdes sont évacuées.

L'utilisation géotechnique des latérites

Le thème « **latérites et génie civil** », abordé depuis quatre ans, était justifié par l'importance des besoins d'aménagements routiers dans l'Etat du Paraná alors même que, du fait de la forte couverture d'altérites des basaltes, les seuls matériaux aisément disponibles présentent des propriétés physiques tout à fait inadéquates pour une utilisation en génie civil. L'addition de chaux hydratée à des horizons latéritiques développe en revanche des réactions pouzzolaniques. Le milieu hypercalcaire provoque la dissolution de Si et Al de la kaolinite et de la gibbsite et la néoformation de silicates, silico-aluminates et aluminates de Ca, analogues aux minéraux des bétons, conférant ainsi une meilleure résistance mécanique aux matériaux traités. Cette étude, pétrologique et géotechnique est conduite d'une part, sur des échantillons de routes expérimentales construites dans le Paraná avec le matériel latéritique traité dont le vieillissement est suivi, d'autre part sur ce même matériel traité au laboratoire.

PARTENARIAT ET FORMATION

L'importance de la formation de partenaires lors du séjour à São Paulo de J.-J. TRESCASES a déjà été évoquée au début de ce dossier. C'est parce que ce partenariat existe que la coopération scientifique a pu se poursuivre ces dix dernières années, alors que ce chercheur n'est plus au Brésil.

Cours dispensés

- Cours de post-graduation : géochimie de surface et métallogénie (15 h/an en 1980 et 1981 ; une douzaine d'étudiants), université de São Paulo.
- Cours de recyclage destiné aux géologues professionnels ; consacré aux techniques analytiques modernes utilisées en géologie (6 h en 1980 à l'occasion du XXXI^e congrès brésilien de Géosciences organisé à Camboriú-SC par la Société brésilienne de géologie : 30 auditeurs).

Direction de thèses

- OLIVEIRA, S.M.B. de. « Alteração intempérica das rochas ultra-básicas de Santa Fé (Goiás) e gênese do depósito niquelífero ». Thèse de doctorat soutenue en mars 1980 à l'université de São Paulo (participation au jury).
- SCHEVICW, F.G.P. « Alteração intempérica dos termos ultramáficos do complexo de Pien

(PR). Dissertation de Mestrado, soutenue en octobre 1980 à l'université de São Paulo (présidence du jury).

- MENEGOTTO, E. « Alteração intempérica de rochas ultrabásicas em clima subtropical ». Thèse de doctorat soutenue en novembre 1982 à l'université fédérale du Rio Grande do Sul.
- DINO, R. « Gênese do minério de níquel de São João do Piauí por alteração intempérica ». Dissertation de Mestrado, soutenue en Octobre 1984 à l'université de São Paulo (participation au jury).

Autres implications

A l'université de São Paulo participation aux jurys :

- de la dissertation de Mestrado de **G. RATTI** (avril 1980) ;
- du concours de livre Docência de **R. HYPOLITO** (novembre 1980).

A l'université de Poitiers, direction de plusieurs thèses de chercheurs français, sur des objets d'études brésiliens. Le professeur MELFI a participé aux côtés du chercheur français aux jurys de soutenance suivants :

- juin 1984. **F. COLIN** (« Etude pétrologique des altérations de pyroxénite du gisement nickélicifère de Niquelândia, Brésil »).
- juin 1984. **A. BEAUVAIS** (« Concentrations manganésifères latéritiques. Etude pétrologique de deux gîtes sur roches sédimentaires précambriennes, gisements de Maanda-Gabon et d'Azul-Brésil »).
- février 1989. **J.-C. PARISOT** (« L'altération latéritique de protores cuprifères au Brésil »).

Les circonstances l'ont empêché de participer aux soutenances des deux autres thèses dont les sujets avaient été définis en concertation :

- février 1989. **F. FORTIN** (« Mobilisation, fractionnement et accumulation des terres rares lors de l'altération latéritique de sédiments argilo-sableux du bassin de Curitiba, Brésil »).
- mars 1989. **E. RAMANAIDOU** (« Genèse d'un gisement latéritique. Evolution supergène des itabirites protérozoïques de la mine de fer de Capanema, Minas Gerais, Brésil »).

Manifestations scientifiques co-organisées

- Juillet 1982 : International Seminar on Lateritization Processes 2, São Paulo. Réunion du projet IGCP 129 (UNESCO-IUGS), A. MELFI et J.-J. TRESCASES étant membres du bureau de ce projet (1979-1982).
- Mai 1985 : Colloque Franco-brésilien « 10 ans de coopération entre l'université de São Paulo et l'ORSTOM dans le domaine des sciences de la terre ».

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Ces résultats ont fait l'objet de publications associant systématiquement les partenaires brésiliens, dans des revues françaises, brésiliennes, et internationales. Ils ont aussi été présentés lors de colloques et séminaires.

Publications dans des revues internationales

- RÉSULTATS ACQUIS POUR L'ESSENTIEL AVANT 1982

MELFI, A.J. ; TRESCASES, J.-J. ; CARVALHO, A. ; OLIVEIRA, S.M.B. ; RIBEIRO FILHO, E. ; FORMOSO, M.L.L. 1988. The lateritic ore deposits of Brazil. *Sciences géologiques*, 41, 1 : 5-36.

OLIVEIRA, S.M.B. ; TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. 1992. Nickel ore deposits of Brazil. *Mineralium Deposita*, 27, 2 : 137-146.

■ RÉSULTATS DES PROGRAMMES 1982-1992

BEAUVAIS, A. ; MELFI, A. ; NAHON, D. ; TRESCASES, J.-J. 1987. Pétrologie du gisement latéritique manganésifère d'Azul (Brésil). *Mineralium Deposita*, 22 : 124-134.

COLIN, F. ; NAHON, D. ; TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. 1990. Lateritic weathering of pyroxenite from Niquelândia, Goiás, Brazil : Nickel cycle through supergene products. *Economic Geology*, 85 : 1010-1023.

Deux profils d'altération latéritique typiques (Jaciba et Angiquinho) du gisement de nickel de Niquelândia ont été étudiés de manière à établir les relations pétrographiques entre les produits nickélifères supergènes et les pyroxènes du matériel original.

Publications nationales, françaises et brésiliennes

■ RÉSULTATS ACQUIS POUR L'ESSENTIEL AVANT 1982

TRESCASES, J.-J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1978. Alteração dos serpentinitos de Morro do Niquel (MG-Brasil). *Anais XXX Congr. Bras. Geol. Recife, SBG*, 4 : 1655-1669.

MELFI, A.J. ; TRESCASES, J.-J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1979-1980. Les latérites nickélifères du Brésil. *Cah. ORSTOM, Sér. géol.*, Paris, XI, 1 : 15-42.

OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1980. Geoquímica da alteração supergene das rochas ultramáficas de Santa Fé (Goiás-Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*. SBG, pp. 243-257.

TRESCASES, J.-J. ; SCHEVICW, F.G.P. 1980. Mineralogia e geoquímica da alteração meteórica das rochas ultramáficas de Pien (PR-Brasil). *Anais XXXI Congr. Bras. Geol. Camboriú, SBG*, 4 : 2353-2367.

TRESCASES, J.-J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1981. A jazida de níquel de Barro Alto (GO-Brasil). *Simpósio de Geologia do Centro-Oeste Brasileiro*, 1, Goiânia, pp. 519-538.

TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1981. Nickeliferous laterites of Brazil. In « Lateritization Processes 1 ». IGCP 129. Proceed. Trivandrum, India. Oxford, IBH Co. New-Delhi, pp.170-184.

Les gisements nickélifères du Brésil sont connus depuis près d'un siècle. Ils sont issus de l'altération météorique des roches ultrabasiques. Ils sont situés entre le 8^e et le 25^e degré de latitude sud, les plus nombreux dans l'Etat du Goiás, dans la région centre-ouest du pays. Le Brésil occupe la septième position mondiale des réserves estimées de nickel (4 millions de tonnes de Ni en 1975). Les principales caractéristiques de ces gisements concernent l'altération latéritique qui a commencé ou début du Tertiaire et une importante silicification sous forme de silcrètes. Les gisements brésiliens de nickel sont différents de la majorité des autres gisements latéritiques connus de par le monde.

OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1982. Estudo mineralógico e geoquímico da laterita niquelífera de Niquelândia. XXXII Congr. Bras. Geol. Salvador, SBG, 3, pp. 1183-1190.

BERNARDELLI, A. ; MELFI, A.J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1983. The nickel deposit of Carajás (PA-Brasil). In : « Lateritisation Processes 2 ». IGCP 129. Proceed. São Paulo, Brasil, USP, pp. 107-118.

OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1985. O depósito de níquel de Jacupiranga (SP) : evolução mineralógica e geoquímica. *Revista Brasileira de Geociências*. SBG, 15 (3) : 249-254.

TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. 1985. Les gisements latéritiques du Brésil. *Pangea*, 5, : 6-16.

TRESCASES, J.-J. ; DINO, R. ; OLIVEIRA, S. 1987. Un gisement de nickel supergène en zone semi-aride : São João do Piauí (Brésil). In : « Geochemistry and Mineral formation in the Earth Surface », Edit. by RODRIGUEZ CLEMENTE and Y.TARDY, CSIC-CNRS, Madrid, pp. 273-288.

■ RÉSULTATS DES PROGRAMMES 1982-1992

TRESCASES, J.-J. ; FORTIN, P. ; MELFI, A.J. ; NAHON, D. 1987. Rare Earths Elements accumulation in lateritic weathering of Pliocene sediments, Curitiba Basin (Brazil). In : « Geochemistry and Mineral formation in the Earth Surface ». Edit. by RODRIGUEZ-CLEMENTE and Y.TARDY, CSIC-CNRS, Madrid, 259-272.

PARISOT, J.-C. ; CREACH, M. ; MELFI, A.J. ; NAHON, D. ; TOLEDO-GROKE, M.C. ; TRESCASES, J.-J. 1990. Dispersão e acumulação do cobre nos produtos do intemperismo de depósitos cupríferos no Brasil. *Rev. Inst. Geociências, São Paulo* II (2) : 21-33.

Résumés des congrès

■ RÉSULTATS ACQUIS POUR L'ESSENTIEL AVANT 1982

TRESCASES, J.-J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1978. Alteração dos serpentinitos de Morro do Níquel (MG-Brasil). XXX Congr. Bras. Geol., Recife. Octobre 1978. *Resumos*, p. 269, et comm. orale.

TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1979. Nickeliferous laterites of Brazil Intern. Seminar on Lateritization Processes, Trivandrum (India), Dec. 1979, *Abstracts*, p. 20, et comm. orale.

TRESCASES, J.-J. ; SCHEVCIW, F.G.P. 1980. Mineralogia e geoquímica da alteração meteórica das rochas ultramáficas de Pien (PR-Brasil). XXXI Congresso Brasil. Geol. Camboriú, octobre 1980, *Resumos*, p. 251, et comm. orale.

OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1980. Geoquímica da alteração supergene das rochas ultramáficas de Santa Fé (GO-Brasil). XXXI Congresso Bras. Geol. Camboriú, octobre 1980, *Resumos*, p. 391, et comm. orale.

TRESCASES, J.-J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1981. A jazida de níquel de Barro Alto (GO-Brasil). Simpósio de Geologia do Centro-Oeste Brasileiro, 1, Goiânia. *Resumos*, et comm. orale.

OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1982. Estudo mineralógico e geoquímico da laterita niquelífera de Niquelândia. XXXII Congresso Brasil. Geol. Salvador. Octobre 1982. *Resumos* et comm. orale.

BERNARDELLI, A. ; MELFI, A.J. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1982. The nickel deposit of Carajás (PA-Brazil). Intern. Seminar on Lateritization Processes, São Paulo (Brasil). July 1982, *Abstracts*, pp. 5-6, et comm. orale.

MELFI, A.J. ; TRESCASES, J.-J. ; CARVALHO, A. ; RIBEIRO FILHO, E. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. ; FORMOSO, M.L.L. 1984. Lateritic ore deposits of Brazil. XXXI Intern. Geol. Congres, Moscou (URSS), *Abstracts*, p. 203, et comm. orale.

Au Brésil, les mécanismes d'altération supergène ont conduit à la formation d'un épais recouvrement latéritique sur environ 65 % de la surface totale. Dans des conditions particulières, l'accumulation de certains métaux dans ce manteau peut atteindre le stade économique, il s'agit des gisements latéritiques. Pour l'élaboration de ce type de gisements, la composition de la roche-mère, les facteurs morphoclimatiques et biologiques jouent un rôle fondamental.

OLIVEIRA, S.M.B. de. ; TRESCASES, J.-J. 1985. O depósito de níquel de Jacupiranga. Mineralogia e geoquímica. 5º Simpósio de Geologia do Estado de São Paulo. SBG, São Paulo, nov. 1985, *Abstracts*, p. 21, et comm. orale.

- TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. 1985. Les gisements latéritiques du Brésil. Journée franco-brésilienne « Métallogénie du Brésil ». CIFEG, Paris, juin 1985, résumé, et comm. orale.
- TRESCASES, J.-J. ; DINO, R. ; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1986. A supergenic nickel deposit in semi-arid area : São João do Piauí (Brazil). Symp. Geochemistry of the Earth Surface. Granada (Spain). Poster, comm. orale, et *Abstracts*, p. 113.
- OLIVEIRA, S.M.B. ; MELFI, A.J. ; TRESCASES, J.-J. 1980. Study of supergenic behavior of nickel and some practical consequences. XIII International Geochemical Exploration Symposium. Rio de Janeiro, *Abstracts*, pp. 40-41, et communication orale.

■ RÉSULTATS DES PROGRAMMES 1982-1992

- MELFI, A.J. ; AMBROSI, J.P. ; CARVALHO, A. ; NAHON, D. ; SAUQUET, P. ; TRESCASES, J.-J. 1986. Weathering under lateritic condition of iron-Banded Formations of Minas Gerais. Brazil. Symp. Geochemistry of the Earth Surface. Granada (Spain). Poster, et *Abstracts*, p. 105.
- TRESCASES, J.-J. ; FORTIN, P. ; MELFI, A.J. ; NAHON, D. 1987. Rare Earths Elements accumulation in lateritic weathering of Pliocene sediments, Curitiba Basin (Brazil). Symp. Geochemistry of the Earth Surface. Granada (Spain). Poster, comm. orale, et *Abstracts*, p. 114.
- RAMANAIDOU, E. ; TRESCASES, J.-J. ; BOULANGE, B. ; MELFI, A. ; NAHON, D. 1988. Preliminary petrological study of weathered profile developed on banded iron formation (BIF) in Capanema mine (Minas Gerais, Brazil). IV^e.séminaire EUROLAT, Louvain (Belgique), comm. orale et *Abstracts*, 2 p.
- FORTIN, P. ; TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. ; SCHMITT, J.-M. ; THIRY, M. 1989. Rare Earth elements (REE) accumulation in the Curitiba Basin (Brazil). XIII International Geochemical Exploration Symposium. Rio de Janeiro, *Abstracts*, pp. 66-68, et communication orale.
- FORTIN, P. ; TRESCASES, J.-J. ; THIRY, M. ; SCHMITT, J.-M. ; MELFI, A.J. 1991. Les terres rares dans l'altération latéritique des sédiments argilo-sableux du bassin de Curitiba. (Etat du Paraná). Journée scientifique. Programme PIRAT, CNRS-INSU-ORSTOM, Strasbourg, Poster et *Résumés*, 2 p.
- BARBOSA, R.M. ; NOVIKOFF, A. ; MELFI, A.J. ; TRESCASES, J.-J. 1991. Alteração intempé-rica dos espinélios cromíferos de Campo Formoso, B.A. 3^o Congresso Brasileiro de Geoquímica, 1^o Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, São Paulo, *Resumos*, pp. 61-63.

Autres publications

- TRESCASES, J.-J. 1980. Análise química por espectrometria de absorção atômica em geologia. : « Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia » por GOMES, C. ; DUTRA, C.V. ; TRESCASES, J.-J. ; FORMOSO, M.L.L. Sociedade Brasileira de Geologia, XXXI Congresso Brás.Geol. Camboriú, Bol. 04, 27-46.
- TRESCASES, J.-J. ; OLIVEIRA, S.M.B. 1982. Weathering of the serpentinites of Morro do Niquel (Minas Gerais, Brazil). Intern. Seminar Lateritization Process 2. IGCP 129. São Paulo, Brazil. Guide Book excursion III, 25-46.
- TRESCASES, J.-J. 1984. Análise química por absorção atômica em geologia. In : « Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia ». Coord. GOMES, C., BLUCHER Edit. Ltda, São Paulo, 44-83.

GÉOLOGIE DE LA SURFACE

PROJET ORSTOM/CNPq

ALTÉRATIONS LATÉRITIQUES ET COMPORTEMENT DU CUIVRE (GOIÁS). ALTÉRATIONS DES PEGMATITES À ÉTAÏN ET LITHINIFÈRES

Localisation

Institut de géologie de l'université de São Paulo (IG/USP), São Paulo

Chercheur ORSTOM

Jean-Claude PARISOT

Partenaire responsable

Pr Adolpho José MELFI, USP

Durée du projet

1980-1985

HISTORIQUE

Une première affectation à l'USP de J.-C. PARISOT s'est faite dans le cadre de sa deuxième année d'élève ORSTOM. Il s'agissait de rechercher un traceur géochimique pour la prospection de pegmatites stannifères non affleurantes. Ce programme s'est réalisé à l'USP à la demande de la **Companhia de Estanho Minas Brasil** et s'est terminé en 1980.

A partir de 1980, un nouveau programme a commencé concernant l'amélioration des méthodes de prospection géochimique en milieu latéritique. Ce programme, réalisé dans le cadre de l'USP s'intégrait aux grands projets internationaux IGCP 129 (lateritization processes) et IAGC (laterites and lateritization). Le site sélectionné était l'indice de cuivre de Chapada Grande dans le Goiás. Par la suite le programme s'est étendu à d'autres gisements ou indices de cuivre, Salobo 3A (Serra dos Carajás) et Santa Blândina (Itapeva). Cette étude a reçu l'appui logistique de la **Mineração Serra do Leste** (groupe ELUMA) à Chapada Grande, de la DOCEGEO à Salobo et de M. Almeida PRADO à Santa Blandina.

Ces programmes ont été réalisés dans le cadre de la convention CNPq/CNRS-ORSTOM. Une grande partie des analyses géochimiques et minéralogiques ont été effectuées dans les laboratoires de l'Instituto de Geociências de l'USP. Une partie du programme cuivre a reçu un appui financier de la FAPESP.

Au-delà de 1985, le programme cuivre s'est poursuivi en France, à l'université de Poitiers, jusqu'en 1989 (soutenance de thèse le 20 février), toujours en étroite collaboration avec les partenaires brésiliens et plus particulièrement A. J. MELFI.

OBJECTIFS, RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

ALTÉRATION DES PEGMATITES ET DE LEUR ENCAISSANT DANS LA RÉGION DE SÃO JOÃO DEL REI

Objectifs

Il s'agissait de trouver une méthode de prospection géochimique de pegmatites totalement incluses dans leur encaissant schisteux.

Résultats

Voir le résumé de l'article « **L'altération météorique des sills de pegmatites lithinifères de São João Del Rei et de leur encaissant (Minas Gerais, Brésil). Application à la prospection géochimique de minéralisation de columbotantalite et de cassitérite non affleurantes** », J.-C. PARISOT, Cahier ORSTOM, 1979-1980.

Une méthode de prospection géochimique a été menée sur des pegmatites à lithium contenant des minéraux utiles (cassitérite, columbotantalite) masquées par un encaissant schisteux. La recherche d'un élément traceur caractéristique des pegmatites a abouti à choisir le lithium. Cet élément, libéré par une intense altération latéritique peut être facilement décelé en surface et indiquer ainsi la localisation sous-jacente des pegmatites et de leurs minéralisations.

Valorisation

Voir la liste des publications en annexe.

ALTÉRATION SUPERGENE DE ZONES MINÉRALISÉES EN CUIVRE SOUS DIFFÉRENTES CONDITIONS D'INTEMPÉRISME AU BRÉSIL

Objectifs

Ce programme a commencé en 1980 par une étude concernant le comportement du cuivre lors de l'altération latéritique en climat tropical à saisons contrastées, dont le but était l'amélioration des méthodes de prospection géochimique dans cet environnement. Il a été élargi dès 1982 à d'autres régions du Brésil. Il s'agissait d'étudier le comportement du cuivre, de la roche mère minéralisée en sulfures jusqu'à la surface (localisation des phases porteuses, bilans).

Résultats

Résumé de la thèse « **L'altération latéritique de protores cuprifères au Brésil** », J.-C. PARISOT, université de Poitiers.

L'altération supergène de trois indices de cuivre du Brésil, localisés entre 5° et 24° de latitude sud, a été étudiée. Dans les trois sites, l'altération supergène se traduit par une mobilité de **tous** les éléments qui sont, selon le contexte géologique, géomorphologique ou climatique, éliminés ou redistribués (parfois partiellement) entre les différents faciès d'altération.

C'est dans les profils de plateaux de Chapada Grande (Etat de Goiás) que l'altération latéritique est la plus complète. Elle se développe aux dépens d'une altération smectitique ancienne. La minéralisation (chalcopryrite, pyrite) est disséminée et les teneurs sont faibles (0, 4 % Cu). Les concentrations en cuivre dans les solutions sont alors trop faibles pour permettre la formation de phases cuprifères indépendantes. **Le cuivre est fortement lixivié et une association cuivre-goethite apparaît.** Cette association est fragile et dans les horizons de surface (argile tachetée et cuirasse) on note une dissociation entre le fer et le cuivre.

A Salobo 3A (Serra dos Carajás, Pará), les plans de schistosité subverticaux perpendiculaires à la direction de la pente et le colmatage de la porosité par les smectites d'une précédente phase d'altération, ralentissent le renouvellement des solutions d'altération. Il se forme alors une vermiculite cuprifère dans les faciès à biotites. Le cuivre est également associé à la goethite. **Dans les horizons à structures conservées, l'essentiel du stock initial de cuivre est conservé et est associé aux vermiculites.** La destruction de ces minéraux dans les horizons à structures effacées, entraîne une forte lixiviation du cuivre. L'essentiel du cuivre restant est alors associé à la goethite.

A S^{ta}. Blandina (Etat de São Paulo), la minéralisation est formée par des patches de sulfures massifs au sein d'un skarn à grenat. L'altération de cette roche particulière entraîne la formation d'une énorme porosité et des fortes concentrations en cuivre dans les solutions. Dans les zones les plus confinées de la base des profils, les conditions (H_4SiO_4), (Cu^{2+}) et pH sont réunies pour permettre l'**accumulation du cuivre sous la forme de chrysocolle**. Celui-ci est la seule phase secondaire qui se forme lorsque le quartz est le seul minéral altéré. Lorsque le grenat est à son tour altéré, le chrysocolle s'associe intimement avec une phase argileuse (smectite et interstratifiés smectite-kaolinite). Ces produits épigénisent les minéraux du skarn.

La présence d'une phase d'altération smectitique ancienne reprise par une altération latéritique actuelle indique le passage d'un climat à tendance aride à un climat humide.

Valorisation

Les résultats obtenus trouvent leurs applications dans l'amélioration des méthodes de prospection géochimique et le traitement des minéraux. Ils ont donné lieu à des articles scientifiques dont certains ont été publiés et d'autres sont en cours de rédaction.

PARTENARIAT ET FORMATION

Rapports et thèses

PARISOT, J.-C. ; CREACH, M. 1988. Concentration géochimique du cuivre et éléments associés sous condition latéritique. Un modèle : le gîte d'Itapeva (Brésil). Rapport final ATP **Latérites**, décembre 1988, 15 p.

PARISOT, J.-C. 1989. L'altération latéritique de protores cuprifères au Brésil. Thèse de l'université de Poitiers, 177 p.

Coordination de la thèse de **M.C. TOLEDO-GROKE** : « Intemperismo das rochas mineralizadas em cobre do Salobo 3A, Serra dos Carajás. Mecanismos de alteração dos minerais primários e localização do cobre nos produtos secundários. » Tese de Doutorado, USP/IG, São Paulo.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Dans le domaine particulier des altérations supergènes appelée **altérologie**, l'absence d'un enseignement spécifique à l'Université où les altérations font partie de l'enseignement de pédologie et de ce fait ne tentent pas les étudiants en géologie, et en partie le géologue minier pour qui pédologie signifie agronomie ; ont fait que avant 1970, cette spécialité était pratiquement inconnue de la communauté géologique brésilienne (voir le dossier de géologie-géochimie avec l'UFBA où l'ORSTOM a, dès 1969 commencé un enseignement spécifique de géochimie des altérations pour les géologues miniers).

Au départ des deux programmes menés par J.-C. PARISOT au Brésil il y avait une demande précise et du partenaire brésilien de l'ORSTOM à l'USP, A.J. MELFI d'une part, et de deux sociétés minières intéressées, d'autre part.

Pour le chercheur français, la présence de géologues-altérologues pendant de nombreuses années et leur rôle dans la formation de jeunes professionnels aura sans aucun doute permis de faire prendre conscience aux universitaires et aux sociétés minières de l'importance de l'apport de la **connaissance des altérations** à la géologie intertropicale et du rôle que peut jouer la connaissance des phénomènes de surface dans la recherche minière.

A son avis et d'une manière plus générale, le Brésil, est probablement un des meilleurs partenaires de l'ORSTOM pour réaliser sa mission de développement en coopération : réelle identification des besoins par le partenaire, qualité des équipes, infrastructures. Il lui semble donc évident, en fonction des qualités d'échange et de coopération existants, que les institutions telles que l' USP pourrait participer davantage aux grands programmes interatlantiques et jouer ainsi, aux côtés de l'ORSTOM, un rôle important de recherche et formation auprès des pays africains.

PRINCIPALES PUBLICATIONS RÉALISÉES DANS LE CADRE DU PROJET

PARISOT, J.-C. 1980. L'altération météorique des pegmatites lithinifères de São João del Rei et de leur encaissant (Minas Gerais, Brésil). Application à la prospection géochimique de minéralisations de columbotantalite et de cassitérite non affleurantes. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, V. XI, n° 1, pp. 55-73.

Les pegmatites de la région de São João del Rei (Minas Gerais), exploitées pour l'étain et le tantalum ont constitué une zone test pour la recherche d'une méthode de prospection géochimique de pegmatites masquées par un encaissant schisteux. Les minéraux recherchés dans ces pegmatites (cassitérite, columbotantalite) étant très peu altérables d'un part, le recouvrement empêchant toute dispersion mécanique de ces minéraux d'autre part, il s'agit de rechercher un élément traceur caractéristique des pegmatites. Une étude comparée de la minéralogie des pegmatites et de leur encaissant a montré que le lithium est un élément caractéristique des pegmatites susceptible d'être utilisé comme traceur géochimique. Les roches de la région (pegmatites et encaissant) étant soumises à une importante altération ferralitique, le lithium est facilement libéré, principalement à partir du spodumène, et migre à travers l'encaissant

jusqu'à la surface où il est encore aisément décelable. Il semble que dans l'encaissant altéré, les principaux pièges du lithium soient les phyllosilicates (kaolinite, séricite) et les hydroxydes de fer. Une mini-campagne géochimique effectuée dans une zone où existe une pegmatite parfaitement reconnue par sondages et puits a montré que le lithium était un bon traceur géochimique des pegmatites.

PARISOT, J.-C. ; MELFI, A.J. 1982. First results on lateritic weathering of metasedimentary rocks with copper sulfide mineralization in Central Brazil. II Int. Seminar on Lateritization Processes, São Paulo, Brazil, *Proceedings*, pp. 185-195.

TROMPETTE, R. ; DELVIGNE, J. ; PARISOT, J.-C. 1982. La documentation de base sur la géologie du Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, V.XII, n°2, pp. 165-169.

PARISOT, J.-C. ; DELVIGNE, J. ; GROKE, M.C.T. 1983. Petrological aspect of the supergene weathering of garnet in Serra dos Carajás (Pará, Brazil). *Sci. Geol., Mem.* 72, VII, Strasbourg, pp. 141-148.

TOLEDO-GROKE, M.C. ; MELFI, A.J. ; PARISOT, J.-C. 1987. Comportamento do cobre durante o intemperismo das rochas xistosas cupríferas do Salobo 3, Serra dos Carajás. *Geochimica Brasiliensis*, 1(2) : 187-200.

PARISOT, J.-C. ; SOUBIÈS, F. ; AUDRY, P. ; ESPOURTEILLE, F. 1989. Some implications of lateritic weathering on the geochemical prospecting. Two Brazilian examples. In : S.E. Jennes *et al.* (Editors), *Geochemical Exploration 1987. Journal of Geochemical Exploration*, 32 : pp. 133-147.

TOLEDO-GROKE, M.C. ; BOULANGÉ, B. ; PARISOT, J.-C. ; MELFI, A. 1989. Altération des biotites dans les roches cuprifères de Salobo 3A, Serra dos Carajás (Brésil). I - Formation des phyllosilicates secondaires. *Géodynamique*, 4, 2, pp. 135-150.

TOLEDO-GROKE, M.C. ; PARISOT, J.-C. ; MELFI, A. ; BOULANGÉ, B. 1989. Altération des biotites dans les roches cuprifères de Salobo 3A, Serra dos Carajás (Brésil). II - Association du cuivre aux phyllosilicates secondaires. *Géodynamique*, 4, 2, pp. 151-160.

MOSSER, C. ; PETIT, S. ; PARISOT, J. C. ; DECARREAU, A. ; MESTDAGH, M. 1990. Evidence of Cu in octahedral layers of natural and synthetic kaolinite. *Geochemistry of Earth Surface and Mineral Formation*, Y. Noack, D. Nahon (ed.), *Chemical Geology*, 84, 1/4, pp. 281-283.

TOLEDO-GROKE, M.C. ; MELFI, A.J. ; PARISOT, J.-C. 1990. Criptomelana cuprífera formada durante o intemperismo das rochas da jazida de cobre do Salobo 3A, Serra dos Carajás. *Rev.IG, São Paulo*, 8-10, 11, pp. 35-42.

Congrès et colloques

PARISOT, J.-C. 1980. Utilisation du lithium comme élément traceur pour la prospection géochimique de pegmatites à cassitérite et à columbotantalite non affleurantes, dans le Sud-Est du Brésil. XXVI^e Congr. Geol. Int., Paris, résumé p. 789.

PARISOT, J.-C. ; MELFI, A.J. 1982. First result on lateritic weathering of metasedimentary rocks with copper sulfide mineralization in Central Brazil. II Int. Seminar on Lateritization Processes, São Paulo, Brazil, Abstract, pp. 16-17.

TOLEDO-GROKE, M.C. ; PARISOT, J.-C. ; MELFI, A.J. 1986. Weathering and supergene copper enrichment on the biotites of the copper ore deposit of Salobo 3A. Serra dos Carajás, Brazil. *Geochemistry of Earth Surface and Processes of Mineral Formation*, Grenade, Spain, poster, abstract, p. 155.

- TOLEDO-GROKE, M.C. ; PARISOT, J.-C. ; MELFI, A.J. 1986. Cupriferous cryptomelane originated from the weathering of the copper ore deposit of Salobo 3A. Serra dos Carajás, Brazil. *Geochemistry of Earth Surface and Processes of Mineral Formation*, Grenade, Spain, poster, abstract, p. 155.
- SOUBIÈS, F. ; PARISOT, J.-C. ; AUDRY, P. ; ESPOURTEILLE, F. 1986. The modulation of the geochemical signal in lateritic covers. Two Brazilian examples. *Geochemistry of Earth Surface and Processes of Mineral Formation*, Grenade, Spain, oral ; comm., abstract, p. 111.
- PARISOT, J.-C. ; CREACH, M. 1988. L'indice de cuivre de Santa Blandina (Itapeva, Brésil) : un exemple d'accumulation du cuivre sous condition latéritique. *Journée scientifique « ATP Latérite »*, juillet 1988, pp. 45-47.
- PARISOT, J.-C. ; CREACH, M. ; TOLEDO-GROKE, M.C. ; MELFI, A. 1989. Copper behaviour in lateritic weathering of cupriferous ore deposits in Brazil. *13th Int. Geochemical Exploration Symposium*, Rio de Janeiro, Brazil, October 1989, abstract, pp. 32-33.

GÉOLOGIE DE LA SURFACE

PROJET ORSTOM/CNPq

COMPORTEMENT GÉOCHIMIQUE DES ÉLÉMENTS TRACES TITANE, NÉOBIUM, ZIRCON, ETC., ET DES TERRES RARES DANS L'ALTÉRATION LATÉRITIQUE DES COMPLEXES ALCALINS ET ALCALINO-CARBONATITIQUES

Localisation

Institut de géosciences et Institut d'astronomie et de géophysique
de l'université de São Paulo (IG et IAG/USP), São Paulo

Chercheur ORSTOM

François SOUBIÈS, géologue

Partenaire responsable

Pr Adolpho José MELFI, IAG/USP

Durée du projet

1982 à 1987 en présence permanente,
depuis sous forme de missions à partir de France.

HISTORIQUE

De l'IDESP à l'UFBa puis à l'USP, de Belém à Salvador puis à São Paulo

Après avoir travaillé à l'IDESP à Belém de 1976 à 1978, puis à l'UFBa de 1979 à 1982, F. SOUBIÈS accepte l'offre faite par le Pr A. MELFI et est affecté à l'USP. En effet, en 1983, A. MELFI, principal partenaire brésilien dans la convention liant l'ORSTOM à l'USP, prenait la direction de l'Instituto Astronômico e Geofísico (IAG) de cette université et sollicitait la collaboration de F. SOUBIÈS, non seulement pour y développer des recherches en géochimie des formations superficielles, mais également pour l'organisation d'un laboratoire de minéralogie-géochimie dans cet organisme.

Le thème principal de ce projet développé à l'Institut de géosciences de l'USP concerne **l'étude des gîtes résiduels latéritiques des complexes alcalins brésiliens** et fait partie du grand programme « **Géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées** » développé entre 1987 et 1991. Parallèlement F. SOUBIÈS poursuivra avec le Pr K. SUGUIO, une étude du **Quaternaire récent** du Brésil et des événements climatiques qui l'ont fortement marqué (voir dossier détaillé du projet Paléoclimats intertropicaux avec l'USP).

LES TRAVAUX SUR LES « CHEMINÉES ALCALINES »

Motivations et axes de recherche

Où l'on apprend ce qu'est une « cheminée alcaline »

Pédologue, passé ensuite à la géologie et passionné de minéralogie, ces travaux furent pour F. SOUBIÈS, une aventure guidée par l'attraction exercée par un sujet très nouveau et aussi par l'intérêt que leur portaient les partenaires brésiliens. Très intéressants scientifiquement, les « cheminées alcalines » et leurs couvertures latéritiques sont, de plus, d'énormes gîtes de phosphate, titane, niobium, terres rares, zirconium, etc. Ces gîtes, récemment découverts (ou réévalués), constituent un véritable pactole pour le Brésil et sont activement prospectés à l'heure actuelle.

Les « cheminées alcalines » sont des complexes éruptifs alcalino-carbonatitiques qui renferment un cortège de roches peu fréquentes (carbonatites, roches ultrabasiques et ultrabasiques-alcalines, syénites à feldspathoïdes,...) dans lesquelles ont pu se concentrer, à la suite d'une évolution magmatique particulière, certains éléments habituellement mineurs ou à l'état de traces dans la plupart des roches éruptives : terres rares, Ti, Nb et Zn en particulier. Ces complexes sont particulièrement bien représentés au Brésil. Leur âge est très varié et s'échelonne entre le Protérozoïque et le Tertiaire. Les conditions climatiques auxquelles ils sont actuellement soumis varient également beaucoup et vont du climat équatorial au climat tempéré. Depuis leur mise en place, beaucoup d'entre eux ont subi une altération supergène ferrallitisante particulièrement puissante de 50 à 100 m d'épaisseur, ayant pu conduire, étant donné la faible mobilité hydrolytique de ces éléments et leur forte préconcentration dans les roches-mères, à des gîtes résiduels de terres rares, Ti, Nb, Zr... de grand intérêt économique. Les utilisations industrielles de ces métaux dits « du futur » ne cessant de croître, certains de ces gîtes ont déjà été mis en exploitation.

On peut constater par ailleurs que, contrairement au cas d'autres éléments mieux représentés dans la croûte terrestre : Si, Al, Fe, Mn, etc., les connaissances actuelles sur la dynamique de ces éléments de transition dans les milieux de surface sont peu approfondies et parfois contradictoires. S'ils sont souvent considérés comme relativement inertes dans ces milieux, en raison, sans doute, de leur faible mobilité potentielle (hydroxydes peu solubles), ainsi que de la résistance élevée à l'altération de leurs porteurs primaires les plus courants (ilménite, monazite, zircon), divers phénomènes de mobilisation par complexation, en particulier dans la partie supérieure des profils (complexes organo-métalliques), ont, néanmoins, déjà été observés. De façon générale, il semble bien que la faiblesse des teneurs dans les matériaux étudiés jusqu'ici, en rendant difficile la diagnose de phases néoformées, ait fait obstacle à une meilleure définition de l'itinéraire géochimique de ces éléments.

Objectifs

Pourquoi étudier les « cheminées alcalines »?

Il a donc semblé opportun au chercheur français de reprendre l'ensemble de ces problèmes sur des matériaux particulièrement bien adaptés, offerts par les gîtes résiduels brésiliens : niveaux de teneurs très élevés, durée d'évolution très importante, porteurs primaires combinant souvent plusieurs de ces éléments : perovskite (Ti, terres rares, Nb), pyrochlore (Nb, terres rares, Zr), zirconsilicates complexes (Zr, Ti, Nb, terres rares), etc.,. Pratiquement, ce sont les études détaillées de quelques sites représentatifs qui ont été entreprises. Ces études visent à définir :

- **le mode de transfert** vers la surface de ces éléments : inventaire et stabilité des porteurs primaires et des phases néoformées, filiations entre ces phases ;
- **leur modalité de lixiviation** (rôle des complexants et en particulier des complexants organiques) ;
- **leurs possibilités de piégeage** en milieu confiné après transport.

Les résultats que l'on peut espérer devraient intéresser :

- **le domaine fondamental** : meilleure définition de la « chromatographie » de ces éléments dans les paysages ; c'est en particulier le cas des terres rares, cible privilégiée de ce programme, dont la possibilité de fractionnement au cours de l'altération commencent à apparaître mais demande à être précisée ;
- **le domaine de l'optimisation des méthodes d'exploration** ;
- **le domaine de la minéralurgie**, spécialement pour les terres rares dont les porteurs secondaires dans ces gîtes sont encore mal identifiés ;
- **le domaine de la paléoclimatologie**, car il semble bien exister des relations entre les types d'environnement et l'expression qualitative et quantitative de ce groupe d'éléments dans certains sédiments.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

De 1983 à 1987, F. SOUBIÈS a pu visiter et échantillonner à l'aide de coupes de mine, de puits, de sondages, un certain nombre de ces gîtes, exploités ou non, dans les Etats de São Paulo (Poços de Caldas, Jucupiranga, Juquiá), Minas Gerais (Tapira, Araxá, Salitre, Serra Negra, Catalão) et Goiás (Peixe). Deux élèves de thèse (I. SARDELA et C. RIBEIRO) qui devaient y travailler, ont assez rapidement abandonné les travaux pour des raisons familiales et c'est donc dans un certain isolement, bien qu'une collaboration épisodique de J. DELVIGNE et A. MELFI se soit manifestée, que la prospection a été réalisée. Un échantillonnage d'un grand intérêt a malgré tout été réuni mais faiblement exploité sur place, étant donné la grande complexité des problèmes minéralogiques posés par les matériaux et la nécessité, pour les résoudre, d'équipements sophistiqués, difficiles d'accès à São Paulo (MEB, microsonde).

Les travaux de laboratoire se sont donc poursuivis en France où le chercheur français est retourné en 1987. Ils ont été accompagnés par de fréquents retours sur le terrain (missions annuelles de longue durée) afin de contrôler certains résultats et d'y poursuivre l'exploration. Les résultats dont on peut actuellement faire état sont les suivants :

Données acquises par l'étude des milieux ouverts

Complexe de Poços de Caldas (Minas Gerais) : mobilité du zirconium

L'étude a porté sur une bauxite formée à partir d'une microsyénite néphélinique (tinguaite). Les teneurs en zirconium (Zr) sont élevées. Le Zr est essentiellement porté par un titanozirconosilicate calcosodique et fluoré, proche de la hiortdahlite, et non par du zircon. On a pu constater que :

- dans de telles conditions Zr présente une étonnante mobilité puisque près de 40 % du stock initial se trouve exporté dès les premiers stades d'altération, probablement sous forme de complexes fluorés.
- dans la suite de l'évolution, le Zr résiduel s'associe à Ti, Nb et les terres rares. dans des composés ferri-alumineux hydratés, mal organisés, se présentant sous forme de granules interstitiels dans le tissu gibbsitique de la bauxite. Il semble que ces gels évoluent ultérieurement vers des goethites alumineuses, partiellement substituées en Ti, Nb, Zr, dont la caractérisation est en cours.

Complexe de Tapira (Minas Gerais) : itinéraire des terres rares et du titane

L'évolution d'une roche contenant essentiellement de la perovskite, de l'apatite et du titanomagnétite, la perovskite étant le principal porteur des terres rares, a été suivie. On constate qu'une première phase d'altération de type hydrothermal a entraîné la transformation totale des perovskites en anatase ainsi qu'une dissolution partielle des apatites. Les terres rares ont précipité sous forme de rhabdophane dans les microvides des anatases collomorphes et une apatite secondaire très fluorée a cristallisé dans les fissures de la roche. Ce rhabdophane, très calcique, n'a pas d'équivalent dans la littérature et sera proposé prochainement comme nouvelle espèce à l'IMA. Dans un deuxième stade d'altération, météorique, le rhabdophane devient instable et est remplacé par de la florencite alors qu'une certaine mobilisation du titane apparaît. Un léger fractionnement des terres rares accompagne ces transformations, la florencite étant plus pauvre en terres rares lourdes et plus riche en cérium que le rhabdophane initial.

Complexe de Peixe (Goias) : itinéraire des terres rares.

L'objet d'étude est ici une pegmatite syénitique très riche en grands cristaux d'allanite et supportant un sol ferrallitique rajeuni. On peut constater, comme dans le cas précédent, qu'une altération hydrothermale a précédé l'altération météorique. La première est carbonatée et se manifeste par une transformation partielle des allanites en bastnaesite et synchysite, phases appauvries en terres rares lourdes par rapport au minéral originel. Dans la deuxième, un fort fractionnement des terres rares apparaît puisque de la cérianite cristallise dans les pores des allanites transformées en un « pain d'épice » à goethite, kaolinite et gibbsite. Dans l'espace externe aux allanites, ce fractionnement est, par contre, nettement moins poussé et ce sont divers phosphates de terres rares qui cristallisent dans les vides laissés par l'hydrolyse des feldspaths. Les filières « carbonatée » et « phosphatée » de dispersion secondaire des terres rares, semblent donc se relayer au cours du temps dans ce gisement selon les modalités que l'on cherche à préciser.

Données acquises par l'étude des milieux confinés

L'étude des modèles associés aux complexes alcalino-carbonatitiques brésiliens a montré qu'il existait fréquemment des dépressions hectométriques à kilométriques plus ou moins comblées par des dépôts organo-minéraux. Ces dépressions constituent des réceptacles naturels transitoires à l'échelle géologique, d'une partie des solutions drainant les profils et des

matériaux entraînés par ruissellement. Afin d'obtenir un panorama aussi complet que possible du cycle des éléments étudiés, nous avons donc également entrepris des recherches sur ces milieux particuliers.

Les difficultés d'échantillonnage dans ces milieux marécageux y sont très grandes. Ce n'est que grâce à une collaboration étroite, humaine et financière, avec l'Unité de recherche 1C de l'ORSTOM (M. SERVANT, L. MARTIN, B. TURCQ) et certains chercheurs brésiliens comme le Pr K. SUGUIO intéressés par ces sites étant donné leurs potentialités en matière d'enregistrement sédimentologique des fluctuations climatiques quaternaires, que l'échantillonnage a pu être mené à bien. Les grandes dolines sur carbonatites des complexes de Salitre (MG) et Serra Negra (MG) (gîtes de terres rares) ont ainsi pu être sondées et carottées en 1988 et 1989 grâce au vibro-carottier et à la plate-forme de sondage conçus par L. MARTIN. Ce travail complète un échantillonnage des versants par une série de puits effectué antérieurement à Salitre. Dans ce même site, des toposéquences de sols allant des versants jusque dans la tourbe avale ont été étudiées en collaboration avec R. BOULET et H.F. FILIZOLA (USP).

Les analyses réalisées sur l'une des carottes de Salitre ne sont disponibles que depuis peu. Leur dépouillement n'est pas achevé mais montre déjà, l'existence d'un piégeage massif à certaines époques du titane et des terres rares dans un phosphosilicate (Al, Fe, Ti, Ca, terres rares) très particulier qui constitue probablement une nouvelle espèce minérale. Il montre aussi qu'il existe sans doute des réponses plus ou moins synchrones du système géochimique étudié aux variations d'environnement telles qu'on peut les apprécier par différents biomarqueurs (pollens, etc.) : l'importance et la nature de la couverture végétale (acido-complexolyse moins active sous forêt que sous savane par exemple?...). L'interprétation de ces « signaux » est en cours et il y a bon espoir de parvenir prochainement à cerner certains « marqueurs géochimiques » des environnements tropicaux.

LES TRAVAUX SUR LA GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

La découverte de sites privilégiés

La dimension historique des sols ayant toujours fortement intéressé F. SOUBIÈS, après la découverte de charbons dans les sols d'Amazonie (voir dossier ORSTOM/IDESP de Belém), rencontre M. SERVANT, animateur de l'UR 1C « Paléoclimats et Formations superficielles » de l'ORSTOM. De cette rencontre, en 1983, naquit un volet « Quaternaire continental brésilien » du programme GEOCIT, volet dont il a assuré l'animation scientifique et une grande partie de l'encadrement jusqu'à son départ en 1987. Tout le réseau de relations et le stock de données acquises au cours des dix années passées au Brésil a été mis à contribution afin d'identifier les meilleurs sites possibles d'étude. Ces sites furent successivement reconnus et échantillonnés (carottage de sédiments, etc.) au cours de nombreuses campagnes de terrain, difficiles parfois, comme celle des lacs de la « Serra dos Carajás » où l'appui de l'hélicoptère fut nécessaire. M. SERVANT et K. SUGUIO d'abord, puis B. TURCQ nouvellement engagé à l'ORSTOM et, finalement, J.-C. LEPRUN et L. MARTIN participèrent aux travaux qui nous amenèrent à parcourir les États de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso et Pará. Les premiers résultats de ce **travail pionnier** commencèrent à apparaître à la fin du séjour de F. SOUBIÈS, et s'amplifièrent par la suite (voir bibliographie). Pour la première fois il fut ainsi

prouvé, comme le chercheur français l'avait déjà fortement suggéré suite à la découverte des charbons dans les sols d'Amazonie, que de grands changements climatiques avaient affecté le territoire brésilien, spécialement l'Amazonie, au cours d'un passé relativement récent (50 000 BP à l'actuel. En résumant beaucoup les résultats obtenus, on peut maintenant dire que l'on détient les preuves que des climats plus froids et relativement secs ont régné sur l'Amazonie orientale vers 40 000 puis vers 20 000 ans BP, induisant une régression de la forêt et son remplacement par une végétation steppique. Cette forêt amazonienne est donc, au moins en partie, relativement jeune ; ceci d'autant plus qu'en de nombreux secteurs elle a certainement été dévastée par de vastes incendies au cours d'une phase sèche très récente (vers 4 000 ans BP), phase qui a affecté aussi de vastes régions du Brésil central où d'intenses ravinements torrentiels se sont manifestés.

AUTRES TRAVAUX

De laboratoire

Un laboratoire de minéralogie-géochimie a été monté en 1983 à l'IAG. Ce travail, réalisé avec de faibles moyens, a représenté une part non négligeable des activités de F. SOUBIÈS à São Paulo. Les efforts ont surtout porté, aidé en ce domaine par J. DELVIGNE, sur l'installation d'un atelier de lames minces pétrographiques et micromorphologiques dont le besoin se faisait sentir depuis des années. Ce laboratoire fonctionne toujours parfaitement à ce jour.

Encadrements de thèses :

- **KHADEM ALLAH, B.** « Altération de l'allanite de Peixe (Goiás, Brésil). Phases néoformées porteuses de terres rares ». DEA, laboratoire de minéralogie, univ. Paul Sabatier, Toulouse, 43 p, 1989.
- **LEDRU, M.P.** « Etude de la pluie pollinique actuelle des forêts du Brésil central : climat, végétation, application à l'étude de l'évolution paléoclimatique des 30 000 dernières années. » Thèse MNHN, soutenue à Paris en 1991.
- **SIFFEDINE, A.** « La sédimentation en région tropicale humide (Carajás, Amazonie, Brésil) : relation avec les modifications de l'environnement climatique au cours des 60 000 dernières années. » Thèse MNHN, soutenue à Paris en 1991, 119 p.

TRAVAUX RÉALISÉS EN FRANCE (1987-1991)

De retour en France, pour raisons familiales, depuis juillet 1987, les activités de F. SOUBIÈS sont partagées entre le laboratoire de minéralogie de l'université Paul Sabatier à Toulouse et le centre ORSTOM de Bondy. Des missions de terrain de deux à trois mois consécutifs sont cependant réalisées chaque année au Brésil depuis 1988 (lacs de Carajás, cheminées alcalines de Minas Gerais et Goiás). De nombreux articles scientifiques sont rédigés et l'encadrement de thèses effectivement accompli.

BILAN DE LA COOPÉRATION

De la prospection de terrain à l'analyse fine de laboratoire

Tant du point de vue de la géochimie et de la minéralogie des « cheminées alcalines » qu'en ce qui concerne la géologie du Quaternaire, les travaux originaux réalisés par F. SOUBIÈS, et qui vont de la prospection de terrain à l'analyse fine de laboratoire sont importants et de qualité. En particulier, le chercheur français n'a pas son pareil pour découvrir les sites de recherche prometteurs, que ce soit en Amazonie (débris de charbons des sols, lacs de Carajás) ou dans le Minas Gerais (Tapira, Salitre), sites qui sont ensuite exploités par d'autres chercheurs d'autres disciplines tant brésiliens que français. F. SOUBIÈS reconnaît avoir trouvé à l'université de São Paulo (USP) des conditions de travail très supérieures à celles qui lui avait été données de connaître jusqu'alors au Brésil : compétence et sérieux des interlocuteurs, équipements assez complets et en état de fonctionnement, collègues engagés sur des sujets proches de ses préoccupations, etc. Il a, de plus, pu achever à l'USP certains des travaux entrepris à Belém et Salvador et, surtout, y développer deux nouveaux programmes, en étroite collaboration avec les professeurs K. SUGUIO (sédimentologie) et A. MELFI (géochimie) qui furent et restent encore d'excellents partenaires de recherche.

Durant toute la période qu'il a passée au Brésil, il a conscience d'avoir sans cesse transmis sous toutes ses formes un certain « savoir faire » ce qui a constitué une grande partie de son activité et ne lui a évidemment pas permis de développer une « recherche de plus haut niveau » qu'on semble, actuellement, vouloir privilégier. Il se définit à la fois comme un ingénieur, chercheur, explorateur et enseignant.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- CHAUVEL, A. ; SOUBIÈS, F. ; MELFI, A. 1983. Ferrallitic soils from Brazil : formation and evolution of structure. *Sci. Géol., Mém.*, 72 : 37-46.
- BOUKILI, H. ; NOVIKOFF, A. ; BESNUS, Y. ; SOUBIÈS, F. ; QUEIROZ, C. 1983. Pétrologie des produits de l'altération des roches ultrabasiques à chromite de Campo Formoso, Etat de Bahia, Brésil. *Sc. Geol., Mém.*, 72 : 19-28.
- SOUBIÈS, F. ; TURCQ, B. ; FOURNIER, M. ; PRESSINOTTI, M.N. ; SUGUIO, K. 1987. Dépôts fluvioatiles du Quaternaire récent au Brésil : datation ^{14}C . *Géodynamique*, 2 (2) : 125-126.
- PARISOT, J.C. ; SOUBIÈS, F. ; AUDRY, O. ; ESPOURTEILLE, F. 1989. Some implications of lateritic weathering on geochemical prospecting : two Brazilian examples. *J. Geoch. Explor.*, 32 : 133-147.
- SERVANT, M. ; FOURNIER, M. ; SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; TURCQ, B. 1989. Sécheresse halocène au Brésil (18-20° latitude sud) : Implications paléo-météorologiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 309, II : 153-156.
- SOUBIÈS, F. ; MELFI, A. ; AUTEFAGE, F. 1990. Geochemical behaviour of Rare Earth Elements in alterites of phosphate and Titanium ore deposits in Tapira (Minas Gerais, Brazil) : the importance of the phosphates. *Chemical Geology*, 84, 1/4 (Special issue) : 377.

- ABSY, M.L. ; CLEEF, A. ; FOURNIER, M. ; MARTIN, L. ; SERVANT, M. ; SIFFEDINE, A. ; FERREIRA, M. ; SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; TURCQ, B. ; V.der HAMMEN, T. 1991. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dans le Sud-Est de l'Amazonie au cours des 60 000 dernières années. Premières comparaisons avec d'autres régions tropicales. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 312, II : 673-678.
- SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; LEPRUN, J.C. ; SERVANT, M. ; TURCQ, B. ; FOURNIER, M. ; DELAUNE, M. ; SIFEDINE, A. 1991. The quaternary lacustrine deposits of the Serra dos Carajás (State of Pará, Brazil). Ages and other preliminary results. *Bol. IG-USP, Publ. esp.*, 8 : 223-243.
- SOUBIÈS, F. ; MELFI, A. ; AUTEFAGE, F. 1992. Comportamento geoquímico dos elementos Terras Raras nos alteritos da jazida de fosfato e titânio de Tapira (Minas Gerais, Brasil). : a importância dos fosfatos. *Rev. bras. Geociências*, vol. XXI, n°1, sous presse.
- SONDAG, F. ; SOUBIÈS, F. ; LEDRU, M.P. ; DELAUNE, M. 1992. Geochemical marker of continental palaeo-environments. Relations between climatic changes, vegetation and geochemistry of lake sediments in South Brazil. *Applied Geochemistry* (sous presse).
- MELFI, A.J. ; SOUBIÈS, F. ; NAHON, D. ; FORMOSO, M.L. 1992. Behaviour of zirconium in bauxites of the South Brazil. *Chemical Geology* (accepté).

GÉOLOGIE DE LA SURFACE

PROJET ORSTOM/CNPq

GÉOCHIMIE DE LA SURFACE ET MÉTALLOGÉNIE

SOUS-PROJETS ÉTUDE DES BAUXITES BRÉSILIENNES ET MICROMORPHOLOGIE DES ALTÉRATIONS

Localisation

Département de géologie,
Institut de géologie de l'université de São Paulo
(IG/USP), São Paulo

Chercheur français responsable

Bruno BOULANGÉ, géologue (1985-1988)

Autres chercheurs français

Jean DELVIGNE, géologue (à temps complet, 1980-1987) ;

D. NAHON et J.J. TRESCASES, professeurs de géologie
(université de Poitiers), en mission ;

E. RAMANAIDOU, étudiant géologue, en mission

Partenaire responsable du projet

Pr Adolpho José MELFI, USP ;

responsable du sous-projet bauxites :

A. CARVALHO, USP

Équipe brésilienne du projet

A.J. MELFI, professeur, géologue, USP ;

A. CARVALHO, professeur, géologue, USP ;

M.L.L. FORMOSO, professeur, IG, université fédérale du Rio Grande do Sul (UFRS) ;

J.B. SIGOLO, étudiant en thèse, géologue, USP ;

C.A.C. VARAJÃO et A.F. VARAJÃO,

étudiants en thèse, USP

Durée du projet

1984 et 1987

SOUS-PROJET ÉTUDE DES BAUXITES BRÉSILIENNES

HISTORIQUE

Le projet concernant l'étude des bauxites du Brésil a été envisagé dès 1982 lors du 2^e symposium international sur les processus de latéritisation qui s'est tenu à São Paulo en juillet 1982. L'importance de l'aluminium dans l'économie brésilienne (ressources et exploitations) justifiait pleinement le développement d'une recherche spécifique sur ce thème.

Déjà à cette époque A.J. MELFI, partenaire de l'ORSTOM dès la signature de la première convention entre l'ORSTOM et l'Institut de géosciences de l'USP en 1974, recherchait une collaboration pour l'étude des bauxites. Les conditions fixées au départ étaient un séjour longue durée d'un chercheur ORSTOM, et la réunion sur place d'une équipe de chercheurs et étudiants pour travailler sur ce thème. Accepté par les responsables scientifiques de l'ORSTOM et par le CNPq, le programme d'étude démarre dès 1984 pour une durée de cinq ans. B. BOULANGÉ, après avoir travaillé sur les bauxites en Côte-d'Ivoire et soutenu une thèse sur ce sujet est sollicité et arrive à São Paulo début 1985 et y restera trois ans.

L'équipe du projet comprend, du côté brésilien deux professeurs, un doctorant, et deux étudiants de post-graduation.

PRINCIPALES ACTIVITÉS

A partir de l'étude des bauxites formées sur roches alcalines (région centre-sud), sur roches du socle cristallin (région centre-est) et sur roches sédimentaires argilo-quartzeuses (région amazonienne), les objectifs étaient, pour l'équipe brésilienne en place, de comprendre les mécanismes conduisant aux concentrations d'alumine, et aussi de réaliser des études détaillées des divers faciès d'altération rencontrés dans les dépôts bauxitiques.

Ces opérations comprenaient plusieurs volets :

- étude des bauxites du massif alcalin de Passa Quatro (région centre-sud) comprenant deux types de gisements : les bauxites sommitales formées par altération en place des syénites néphéliniques, et les bauxites de piedmont résultant de l'épandage des premières au pied du massif consécutivement à l'ouverture du rift de la Paraíba do Sul. Les matériaux de choix que représentent les syénites a conduit l'équipe à entreprendre, sur ces gisements, une étude de la distribution des Terres Rares ;
- étude des bauxites du Quadrilatère ferrifère (Etat du Minas Gerais) : ces bauxites sont distribuées en 24 gisements qui ont été classés en 4 types suivant leur faciès, leur composition minéralogique et géochimique et leur situation dans le paysage. Un gisement de chaque type a été étudié en détail. Des conclusions nouvelles ont pu être apportées quant à la genèse des gisements et à leur relation avec les principales surfaces topographiques reconnues dans cette région. En effet, il apparaît que ces surfaces morphologiques décrites par

les géologues et géographes (KING, JOURNEAUX) soient liées à des événements tectoniques majeurs, alors que chaque surface présente une série d'étagement beaucoup plus en relation avec les variations morphoclimatiques locales ;

- étude des bauxites d'Amazonie réalisée en collaboration avec la Compagnie minière Mineraçõ Rio do Norte qui fournit toute l'infrastructure. Cette étude a porté sur le gisement de Porto Trombetas, le seul en exploitation.

B. BOULANGÉ a également participé à un sous-projet de recherche sur le comportement du fer durant l'altération des itabirites avec A.J. MELFI, J.-J. TRESCASES et E RAMANAIDOU.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Au-delà des conclusions relatives à la pétrologie de ces bauxites permettant de préciser les mécanismes de la bauxitisation sur des types de roches non étudiées en Afrique, il est intéressant d'observer les différences dans la genèse et l'évolution des gisements existant entre les deux continents (Afrique de l'Ouest et Amérique du Sud).

Ainsi il n'existe pas à notre connaissance au Brésil de faciès bauxitiques dérivés (pseudobréchique, nodulaire, pisolitique à boehmite), faciès liés en Afrique à une longue évolution géochimique en place favorisée par le lent soulèvement du craton ouest-africain. Tous les gisements brésiliens paraissent avoir été soumis à deux périodes de bauxitisation (fin Crétacé-Eocène et Miocène-Pliocène) séparées par d'importants mouvements tectoniques (épandage et piedmont à Passa Quatro, discontinuités dans les profils du Quadrilatère ferrifère et en Amazonie).

Deux conclusions, importantes et nouvelles, concernent :

- les épandages de bauxite sur les piedmonts du massif de Passa Quatro, type de gisement non connu jusqu'alors dans le monde ;
- la présence d'une discontinuité quasi générale dans les profils bauxitiques, permettant de se référer à deux périodes de bauxitisation.

Les conclusions obtenues au cours de ces années soulèvent donc de nouveaux problèmes dans les domaines tant de la géologie que de la géomorphologie ou de la paléoclimatologie. Certains de ces problèmes seront abordés au cours des années à venir dans le cadre de la poursuite du programme de géochimie de surface de l'USP. Des études de détail utilisant notamment la microsonde seront poursuivies en France. D'ores et déjà des comparaisons ont été effectuées concernant le comportement de certains éléments.

Présenté au séminaire de ICSOBA (International Committee for the Study of Bauxite, Alumina and Aluminium) à Budapest en 1985, le projet a conduit la communauté scientifique à proposer que le Brésil soit le siège du 6^e congrès international de l'ICSOBA. Préparé, en partie, dans le cadre de ce programme, ce congrès s'est tenu à Poços de Caldas en juillet 1988. Les principaux résultats du programme y ont été présentés. Toutes les communications ont été publiées dans les actes du congrès (Travaux ICSOBA, vol. XIX, n° 22, 1989, éd. Acad. yougoslave des sciences et des arts, Zagreb). Deux excursions ont été organisées, l'une avant le congrès sur l'exploitation de Porto Trombetas (AM), l'autre sur les gisements et exploitations de Passa Quatro et du Quadrilatère ferrifère.

PARTENARIAT ET FORMATION

Encadrement de thèses

- **CARVALHO, A.** 1989. As bauxitas no Brasil. Síntese de um programa de pesquisa. Título de Livre-Docente. IG/USP.
- **SIGOLO, J.B.** 1988. As formações bauxíticas lateríticas do Maciço Alcalino de Passa Quatro, MG. Tese de Doutorado. IG/USP.
- **VAREJÃO, A.F.** 1988. Gênese das jazidas de caulinita e bauxita de Vargem de Oculós, Quadrilátero Ferrífero, MG. IG/USP.
- **VAREJÃO, C.A.C.** 1988. Estudo comparativo das jazidas de Bauxita do Quadrilátero Ferrífero, MG, IG/USP.

Stagiaires envoyés en France

- **A. CARVALHO** : 3 fois un mois (Bondy et Marseille).
- **J.B. SIGOLO** : 2 mois (Bondy).

Cours

- **BOULANGÉ, B.** « Altération et Pédogenèse ». Cours (25 h)
 - Florianópolis 1987 (20 élèves) ;
 - São Paulo 1988 (10 élèves).

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- BOULANGÉ, B. ; SIGOLO, J.B. 1985. Les bauxites de piedmont du massif alcalin de Passa Quatro, Livret Guide excurs. ORSTOM/USP X^e ann. Conv. 6 p.
- SIGOLO, J.B. ; BOULANGÉ, B. 1987. Caracterização das faciès de alteração de uma toposequência no maciço alcalino de Passa Quatro (MG). *Rev. Bras. Geoc.* 17(3) : 269-275.
- SIGOLO, J.B. ; BOULANGÉ, B. ; MULLER, J.P. ; SCHMITT, J.M. 1987. Distribuição de elementos Terras Raras em um perfil de bauxita laterítica sobre rocha alcalina, Maciço de Passa Quatro (MG). *Anais 1^{er} Congr. Bras. Geoq.* Porto Alegre, 11 p.
- BOULANGÉ, B. ; CARVALHO, A. 1988. The Amazon bauxites. The bauxites deposits of the Alkaline massif of Passa Quatro-The bauxite of the Quadrilátero Ferrífero (Minas gerais). In : *Guide Book of VI Intern. Congr. ICSOBA, Poços de Caldas, 11-20 mai 1988* : 49 p.
- MILLOT, G. ; PAQUET, H. ; BOULANGÉ, B. 1988. Isotexture, isovolume in bauxitization. Role of volume loss in the distribution of bauxitic facies. VI Intern. Congr. ICSOBA, Poços de Caldas, *Abstract 9*, and oral comm.
- BOULANGÉ, B. ; CARVALHO, A. 1989. The genesis and evolution conditions of the Porto Trombetas bauxite deposits in the Amazon Basin, Pará, Brazil. 6th Intern. Congr. ICSOBA, São Paulo, 1988, *Trav. ICSOBA*, 19 : 71-79.
- VAREJÃO, C.A.C. ; BOULANGÉ, B. ; CARVALHO, A. 1989. Micromorphological, chemical and mineralogical characterization of the structural facies of bauxite deposit of Morro do Fraga, Minas Gerais; Iron Quadrangle. II Congr. Bras. Geoq., Rio de Janeiro, *resumo 201* et comm. orale.

- VARAJÃO, A.F.D.C. ; BOULANGÉ, B. ; MELFI, A. 1989. The petrologic evolution of the facies of the kaolinitic and bauxitic deposits of Vargem dos Oculos, Quadrilátero Ferrífero (M.G), Brazil. 6th Intern. Congr. ICSOBA, São Paulo, 1988. *Trav. ICSOBA*, 19 : 137-146.
- VARAJÃO, A.F.D.C. ; BOULANGÉ, B. ; CARVALHO, A. 1989. The bauxites of the Quadrilátero Ferrífero (M.G), Brazil. 6th Intern. Congr. ICSOBA, São Paulo, 1988. *Trav. ICSOBA*, 19 : 127-136.
- SIGOLO, J.B. ; BOULANGÉ, B. 1989. The bauxites deposits of the alkaline massif of Passa Quatro (M.G), Brazil. 6th Intern. Congr. ICSOBA, São Paulo, 1988. *Trav. ICSOBA*, 19 : 159-167.
- BOULANGÉ, B. ; CARVALHO, A. ; MELFI, A. 1990. Geochemical characteristics of African and Brazilian deposits : SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 system and Ti, Cr, V and Fe_2O_3 relations. *Geochem. of the earth surf. and of Min. Form.*, Aix en Provence, 1990, *Chem. Geol.*, 84 (1-4) : 30-32.
- BOULANGÉ, B. ; MULLER, J.-P. ; SIGOLO, J.B. 1990. Behaviour of the Rare Earth Elements in a lateritic bauxite from syenite. *Geochem. of the Earth Surf. and of Min. Form.*, Aix en Provence, 1990, *Chem. Geol.*, 84 (1-4) : 350-351.

SOUS-PROJET MICROMORPHOLOGIE DES ALTÉRATIONS DES ROCHES EN MILIEU TROPICAL

HISTORIQUE

Belge, et non encore naturalisé français, Jean DELVIGNE est, à son arrivée à São Paulo, en octobre 1980, rattaché avec quelques difficultés administratives à la Mission culturelle de l'ambassade de France au Brésil. Son programme, négocié directement avec l'Institut de géosciences de l'USP, n'est pas explicitement prévu dans les nouveaux accords ORSTOM/CNPq et cette situation, notamment en ce qui concerne l'allocation de crédits par les partenaires, n'est pas facile. Elle s'améliorera heureusement par la suite.

JUSTIFICATIONS ET OBJECTIFS

En milieu tropical humide, les roches subissent une intense altération météorique. La connaissance des mécanismes et des produits de ces altérations est particulièrement importante pour les études de pédogenèse, les études de la formation des accumulations superficielles d'éléments utiles (géologie supergène) et, d'une façon générale, la plupart des études qui abordent l'évolution superficielle de l'écorce terrestre.

L'altération météorique se manifeste par des transformations qui atteignent la roche à grande profondeur. L'étude de ces transformations de la roche-mère saine, tout comme celle des étapes ultérieures, est très féconde. Elle permet l'analyse et la caractérisation précise du comportement des roches en fonction des conditions du milieu.

L'étude des altérations des roches en zone tropicale, commencée et poursuivie durant plusieurs années en Afrique par J. DELVIGNE, complétée par les exemples brésiliens, doit aboutir à la réalisation d'un atlas général de micromorphologie des altérations.

ACTIVITÉS RÉALISÉES ET RÉSULTATS OBTENUS

Pour pouvoir confectionner les lames minces indurées permettant l'examen micromorphologique, l'installation d'un atelier de fabrication, imprégnation et de polissage des lames et la mise en place d'un laboratoire de prises de vue et de révélations des films étaient nécessaires. Les difficultés d'achat et d'installation retardèrent la fabrication des lames minces et ce n'est qu'à partir de 1985 que l'atelier de micromorphologie fonctionna régulièrement.

Pour se procurer les échantillons de roches altérées les plus intéressantes, J. DELVIGNE participe aux recherches et aux missions de terrain des autres chercheurs de l'USP. Il travaille en particulier avec F. SOUBIÈS sur les concentrations de zirconium dans les syénites néphéliniques de Poços de Caldas (Minas Gerais). De nombreux échantillons sont également prélevés dans les secteurs de Ribeirão Preto, de Jacupiranga et de Tapira (SP), ainsi que sur les andésito-basaltes du Paraná qui entrent dans le travail de thèse de C. CLEMENTE. Il publie, le plus souvent en collaboration, des articles scientifiques dans des revues de bon niveau (cf. les travaux publiés).

PARTENARIAT ET FORMATION

Enseignement

Dès son arrivée au Brésil, J. DELVIGNE va donner des cours portant sur la Micromorphologie des Altérations en milieu tropical, soit environ 24 heures de cours et des travaux pratiques. Ce cours est couplé à celui sur la micromorphologie des sols donné par A. CHAUVEL et sera dispensé chaque année jusqu'en 1986. Un cours manuscrit très apprécié, de 150 pages environ, est rédigé en français et portugais et est largement diffusé. Les étudiants qui suivent ce cours comprennent des thésards et chercheurs de l'IG et IAG de l'USP, mais également des étudiants de Rio de Janeiro, Piracicaba et Ribeirão Preto. En 1986, un cours de 20 heures est dispensé à l'université du Rio Grande do Sul à Porto Alegre, à la demande du Pr M.L. FORMOSO. Étant donné la grande diversité des étudiants auxquels il s'adresse (groupe de 8 à 20 personnes), le cours est conçu pour être facilement suivi par des étudiants n'ayant pratiquement aucune expérience en microscopie polarisante ni même en minéralogie.

Aide et encadrement de thèses

Durant les cinq années passées à l'USP, J. DELVIGNE va suivre de près les travaux des thèses de :

- Neide Maria M. GONCALVES « Altération de pédogenèse sur les basaltes de la région de Riberão Preto », en collaboration avec A. CHAUVEL ;
- ainsi que celles de Celso A. CLEMENTE (USP Piracicaba), de Silvia M. COSTA NICOLA (dirigée par A. RUELLAN et P. CURMI) et de Ivoneta SARDELA, IAG-USP (en collaboration avec F. SOUBIÈS).

Il dédie une grande partie de son temps à aider les jeunes enseignants et les étudiants de Post-Graduation de l'USP.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Par sa participation importante à l'enseignement et à l'encadrement de thèses et à la formation des étudiants de l'Institut de géosciences et de l'Institut d'astronomie et géophysique de l'université de São Paulo, et par ses résultats concernant des minerais économiques importants pour le Brésil, le projet « **Géochimie de la surface et metallogénie** » a contribué de manière effective à la coopération fructueuse développée depuis 1974 par l'ORSTOM avec une université de grand renom.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- STOOPS, G. ; BISDOM, E.B.A. ; DELVIGNE, J. ; FITZPATRICK, E. 1981. Advisory Panel on weathering phenomena and neoformations. A Progress Report. Proc. Intern. Working Meeting on Soil Micromorphology, London, vol. I, pp. 359-366.
- BISDOM, E.B.A. ; STOOPS, G. ; DELVIGNE, J. ; CURMI, P. ; ALTEMULLER, H.J. 1982. Micromorphology of weathering biotite and its secondary products. *Pédologie*, XXXII, 2, pp. 225-252.
- DELVIGNE, J. 1983. Micromorphology of the alteration and weathering of pyroxenes in the Koua Bocca ultramafic intrusion, Ivory Coast, Western Africa. Intern. Coll. CNRS on Petrology of Weathering and Soils, Paris, *In : Sc. Géol.*, 72 [2] : 57-68.
- PARISOT, J.-C. ; DELVIGNE, J. ; GROKE, M.C.T. 1983. Petrological aspects of the supergene weathering of garnet in the Serra do Carajas (Pará, Brazil). Intern. Coll. CNRS on Petrology of Weathering and Soils, Paris, *In : Sc. Géol.*, 72 [2] : 141-148.
- TROMPETTE, R. ; DELVIGNE, J. ; PARISOT, J.-C. 1983. La documentation de base sur la géologie du Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, 12, pp. 165-169.
- SARDELA, I. ; SOUBIÈS, F. ; DELVIGNE, J. ; FONTAN, F. 1986. Aspectos do comportamento do zircônio e outros elementos associados em alterações lateríticas de sienitos do maciço alcalino de Poços de Caldas. XXXIV Congr. Bras. Geol., Goiânia, GO, *resumo*, p. 253.
- DELVIGNE, J. ; SOUBIÈS, F. ; SARDELA, I. 1987. Micromorphologie des altérations supergènes de la lujaurite du massif alcalin de Poços de Caldas (MG, Brésil). Actes VII réunion Intern. Micromorphologie des sols, Paris et Grignon, pp. 97-103.

GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

CONVENTION ORSTOM/INSTITUT DE GÉOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE SÃO PAULO

RÉALISATION DE PROGRAMME DE RECHERCHE EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

Localisation

Institut de géologie de l'université de São Paulo (IG/USP), São Paulo, S.P

Chercheur ORSTOM

Louis MARTIN, géologue

Partenaire responsable

Kenitiro SUGUIO, Professeur

Autre membre de l'équipe

J.-M. FLEXOR, physicien, UFBa

Durée

de novembre 1973 à août 1976

HISTORIQUE

Concentration des efforts sur le Quaternaire marin émergé

Au terme d'une étude de l'évolution de la marge continentale de Côte-d'Ivoire au cours du Quaternaire, le professeur H. FAURE alors président du Comité scientifique de géologie de l'ORSTOM, propose à L. MARTIN en 1973, après contact et accord des responsables de l'USP, de poursuivre le même type d'étude de l'autre côté de l'Atlantique, sur le littoral brésilien.

Ce programme devait être mené en collaboration avec l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo dans le cadre d'une convention entre l'ORSTOM et cette université. A cette époque, aucun programme sur le Quaternaire marin émergé ou submergé n'était en cours à l'USP, ni, plus généralement, au Brésil. Or, les variations du niveau relatif de la mer constituaient un des pôles d'intérêt de la communauté scientifique, comme le montre la création à l'époque d'un projet « **Sea-level** » par l'UNESCO dans le cadre du Programme international de corrélations géologiques.

Après l'arrivée de L. MARTIN à l'IG/USP, deux programmes de recherche ont été établis en collaboration avec le professeur Kenitiro SUGUIO. Le premier concernait la partie émergée de la marge continentale de l'Etat de São Paulo et pouvait être exécuté avec les seuls moyens de l'IG/USP. Le second concernait la partie submergée de la marge continentale et nécessitait l'appui de l'Institut océanographique de l'USP qui seul possédait les moyens logistiques nécessaires. Deux demandes de crédits sont alors faites au remarquable organisme finançant les projets de recherche de l'Etat, la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). La première, modeste, est acceptée. La seconde, beaucoup plus importante, en raison des frais de fonctionnement du navire océanographique, est refusée. Le programme Quaternaire marin submergé, s'avérant difficilement réalisable est abandonné et l'équipe du projet décide donc de porter ses efforts sur le Quaternaire marin émergé. Son but était de reconstruire l'histoire de la formation de la zone littorale. En effet, cette connaissance, outre les apports purement scientifiques, constituait logiquement la base de tout programme d'aménagement de la zone littorale.

Une équipe franco-brésilienne, initialement formée de L. MARTIN (ORSTOM) et K. SUGUIO (IG/USP) et à laquelle s'est joint J.-M. FLEXOR (IF/UFBA) est alors mise en place. Des étudiants et chercheurs brésiliens participent, à titre secondaire, au programme.

ACTIVITÉS PRINCIPALES

Intitulé du Projet

« Evolution de la marge continentale brésilienne au Quaternaire »

Objectifs initiaux

Contribuer à améliorer les connaissances sur l'histoire des côtes du Brésil et des marges de l'Océan Atlantique au cours des deux derniers millions d'années, notamment dans le domaine des variations du climat, du niveau relatif de la mer et des déformations néotectoniques.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

La qualité des résultats et la reconnaissance de la communauté scientifique internationale

Avec l'appui des datations par le radiocarbone, réalisées par le laboratoire de physique nucléaire appliquée de l'université fédérale de Bahia, il a été possible d'effectuer un nombre appréciable de reconstructions d'anciennes positions du niveau moyen relatif de la mer dans l'espace et dans le temps. A partir de ces informations, plusieurs courbes de variations du niveau relatif de la mer au cours des 7 000 dernières années ont pu être construites sur plusieurs secteurs du littoral pauliste. Le fait plus important montré par ces courbes - les premières construites au Brésil - est que le niveau relatif de la mer, vers 5 100 ans B.P., se situait nettement au-dessus du niveau actuel. Ceci signifie que le littoral de l'Etat de São Paulo a été en submersion jusque vers 5 100 ans BP et ensuite en émergence. Cette situation est loin d'être universelle.

Ainsi, par exemple, le long du littoral atlantique des Etats-Unis, le niveau relatif de la mer n'a jamais dépassé le niveau actuel au cours des 7 000 dernières années. Ce fait est un trait fondamental de l'évolution du littoral pauliste et constitue un élément essentiel de la compréhension des mécanismes de la sédimentation côtière. Cette étude du littoral de l'Etat de São Paulo s'est traduite par la confection de la carte des formations quaternaires du littoral - 8 feuilles en couleur au 1/100 000^e - publiée par le Département de l'eau et de l'énergie du secrétariat des Travaux et de l'Environnement de l'Etat de São Paulo. De plus, 23 communications et publications ont été faites sur ce sujet. Enfin, en 1976, lors de la réunion de création du Comité brésilien du « **Sea level Project** » du Programme international de corrélation géologique de l'UNESCO, l'équipe du projet a été la seule à présenter des résultats et un programme de recherche, le professeur K. SUGUIO a été désigné responsable de ce Comité. En 1977, au cours de la réunion du Bureau exécutif du « **Sea level Project**, il a été coopté comme membre permanent du Bureau exécutif. Ce choix fut une reconnaissance par la communauté scientifique internationale de la valeur des travaux développés par l'équipe du projet. Cette reconnaissance s'est traduite par la désignation du Brésil comme siège de la prochaine réunion du Bureau exécutif. A cette occasion l'équipe a organisé le « **1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary** ». Près de 30 chercheurs étrangers et un nombre équivalent de chercheurs brésiliens ont participé à ce symposium et aux excursions sur le littoral pauliste et sud-fluminense et de l'Etat de Bahia. Les annales du symposium ont été publiées dans un volume de 606 pages édité par SUGUIO, FAIRCHILD, MARTIN et FLEXOR.

En août 1976, la fin du travail de terrain du programme mené en collaboration avec l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo conduit L. MARTIN à un nouveau programme à l'UFBA de Salvador (voir dossier détaillé Géologie du Quaternaire/UFBA).

PRINCIPALES PUBLICATIONS

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. 1975. The state of São Paulo coastal marine quaternary geology. The ancient strandlines. *An. Acad. brasil. Ciências*, 47, suplemento : 249-263.

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. 1976. Etude préliminaire du Quaternaire marin : comparaison du littoral de São Paulo et de Salvador de Bahia (Brésil). *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, VIII (1) : 33-47.

Il existe dans la partie sud du littoral de l'Etat de São Paulo qui présente une morphologie d'émersion, des témoins indiscutables de niveaux marins halocènes et pléistocènes supérieurs au niveau actuel de la mer. La comparaison de la position de ces anciennes lignes de rivage avec celles de la partie nord du littoral qui présentent une morphologie de submersion, permettra d'estimer le rôle que joue la tectonique moderne. Il semble que cette différenciation en morphologie de submersion au sud ne soit pas due à un jeu de blocs séparés par des failles, comme cela est le cas dans la région de Salvador, mais le résultat d'un mécanisme de flexure continentale.

SUGUIO, K. ; MARTIN, L. 1976. Brazilian coastline quaternary formation. The states of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes. *An. Ac. Brasil. de Ciências*, 48 (suplemento) : 325-334.

SUGUIO, K. ; MARTIN, L. 1978. Mapas das formações quaternárias do litoral paulista. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Obras e do Meio Ambiente, Departamento de Águas e Energia Elétrica : cartes en 8 feuilles en couleurs à l'échelle du 1/100 000.

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1979. Le Quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananeia (SP) et Barra de Guaratiba (RJ). *Proceedings of the « 1978 Int. Symp. on Coastal Evolution in the Quaternary »*. Suguio, Fairchild, Flexor, eds. pp. 296-331.
- FLEXOR, J.-M. ; MARTIN, L. ; SUGUIO, K. 1979. Utilisation du rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ comme indicateur d'oscillations lagunaires. *Proceedings of the « 1978 Int. Symp. on Coastal Evolution in the Quaternary »*. Suguio, Fairchild, Flexor, eds. pp. 356-375.
- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1979. Précautions sur l'utilisation d'âges ^{14}C dans la reconstruction des anciens niveaux marins. Additif et correctif à : « Le Quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananeia et Barra de Guaratiba ». *Proceedings of the « 1978 Int. Symp. on Coastal Evolution in the Quaternary »*. Suguio, Fairchild, Flexor, eds. pp. 332-342.
- SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. 1980. Sea-level fluctuations during the past 6.000 years along the coast of the State of São Paulo (Brazil). *In* : *Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*. N.A. Morner ed. John Wiley and Sons, pp. 471-486.

GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

CONVENTION ORSTOM/MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA CULTURE DE L'ÉTAT DE BAHIA RÉALISATION DE PROGRAMME DE RECHERCHE EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

Localisation

Institut de physique nucléaire de l'université fédérale de Bahia (UFBa), Salvador de Bahia

Chercheur ORSTOM

Louis MARTIN

Partenaire responsable

Jean-Marie FLEXOR, professeur, IG/UFBa

Autres membres de l'équipe

A.C.S.P. BITTENCOURT, J.M.L. DOMINGUEZ et G.S. VILAS BOAS,
sédimentologues IG/UFBa.

Durée

1976 à 1981

HISTORIQUE

Une continuation du projet commencé à l'USP

En août 1976, le travail de terrain du programme conduit en collaboration avec l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo sur l'étude du Quaternaire du littoral de l'Etat de São Paulo commencé en 1973 se termine (voir dossier détaillé Géologie du Quaternaire/USP). Profitant de la convention ORSTOM/UFBa signée pour la réalisation de programmes d'enseignement et de recherches en pédologie et en géologie et géochimie (voir dossiers détaillés sur ces programmes), un accord est donc passé avec l'Institut de physique de l'UFBa et L. MARTIN est alors affecté au laboratoire de physique nucléaire de l'université de Bahia à Salvador, qui est dirigé par le professeur J.-M. FLEXOR. Une affectation à Salvador permettait d'étudier un nouveau secteur du littoral brésilien et d'utiliser, pratiquement à plein temps, un bon laboratoire de datation au radiocarbonate et d'obtenir ainsi de très nombreuses datations, indispensables aux reconstitutions géologiques. A l'équipe de base formée par Louis MARTIN et les professeurs Kenitiro SUGUIO et Jean-Marie FLEXOR, viennent se joindre les professeurs BITTENCOURT, VILAS BOAS et DOMINGUEZ, ainsi que plusieurs étudiants préparant des thèses.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Le projet, intitulé « **Géodynamique du Quaternaire du littoral de l'Etat de Bahia** » a comme objectifs initiaux de contribuer à améliorer les connaissances sur l'histoire des côtes du Brésil et des

marges de l'océan Atlantique au cours des deux derniers millions d'années, notamment dans le domaine des variations du climat, du niveau relatif de la mer et des déformations néotectoniques.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

La variation du niveau relatif de la mer, facteur primordial

Grâce aux datations par le radiocarbone réalisées par le laboratoire de l'UFBA, la poursuite des recherches commencées par L. MARTIN à l'USP en 1973 et poursuivies le long du littoral de l'Etat de Bahia a permis de construire trois courbes de variations du niveau relatif de la mer en trois secteurs homogènes de la côte. La courbe correspondant à la région de Salvador, établie à partir de près de 70 reconstructions d'anciennes positions du niveau relatif de la mer, a été considérée, durant le XXVI^e congrès géologique international à Paris, en 1980, comme étant une des meilleures courbes régionales existante. Il a été possible de montrer, comme cela l'avait été pour le littoral pauliste, que les variations du niveau relatif de la mer avaient été le facteur essentiel de l'évolution du littoral de l'Etat de Bahia. Le travail mené sur le littoral de l'Etat de Bahia s'est traduit par près de 40 communications et publications diverses et par la réalisation de la carte des formations quaternaires côtières. Cette carte - quatre feuilles en couleur au 1/250 000^e - a été publiée par le secrétariat des Mines et de l'Energie de l'Etat de Bahia. Le fait qu'un organisme gouvernemental de géologie appliquée ait financé l'impression de cette carte est à souligner et démontre tout l'intérêt que celle-ci présentait pour le développement de l'Etat de Bahia. Le littoral des Etats de Sergipe et Alagoas ont été étudiés de la même manière. La carte des formations quaternaires côtières a été publiée par le Département national de la recherche minérale (DNPM), avec la carte géologique de ces deux Etats.

Parallèlement, une étude détaillée des plaines côtières situées à l'embouchure des rios São Francisco (Etats d'Alagoas et de Sergipe), Jequitinhonha (Etat de Bahia) et Doce (Etat d'Espírito Santo), a été entreprise. Ces trois régions présentent en commun de se situer à l'embouchure d'un fleuve important et d'être en progradation. Cette situation explique qu'elles ont été considérées jusqu'ici comme des deltas. Cependant, aucune des études antérieures réalisées dans ces régions n'ont considéré le facteur variation du niveau relatif de la mer. Or, il a été montré dans le cadre du projet **que jusque vers 5 100 ans BP, le littoral brésilien avait été en submersion** et, ensuite, en émergence. Il a été également mis en évidence que ce fait jouait un rôle essentiel dans la sédimentation holocène côtière. A partir de cette étude, il a été possible d'établir un modèle cohérent de construction de ces plaines montrant que l'abaissement du niveau relatif de la mer et **la dérive littorale jouaient un rôle essentiel** et que le cours d'eau constituait surtout un barrage au transport littoral. Ainsi, il est apparu clairement que les modèles de sédimentation mis au point aux Etats-Unis ne pouvaient être appliqués à la côte brésilienne. Malheureusement, les études réalisées antérieurement dans ces régions n'avaient jamais considéré ce fait, ce qui a naturellement entraîné de grosses difficultés d'interprétation des données de terrain.

PARTENARIAT ET FORMATION

Encadrement et orientation de thèses de Mestrado

- **M.M.M. GUIMARAES.** Evolução da costa atlântica de Salvador. Inst.de Geociências UFBA, Salvador.
- **J.M.L. DOMINGUEZ.** Evolução da planície costeira associada à foz do rio Jequitinhonha : influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea de sedimentos. Inst. de Geociências UFBA, Salvador.

- **DOMINGUEZ, J.M.L.** Quaternary sea-level changes and the depositional architecture of beach-ridge strand-plains along the coast of Brazil. Doctoral Dissertation (PhD). University of Miami (orientation officieuse).
- **J.C.B. de FREITAS.** Estudo da composição isotópica do carbono e oxigênio em conchas do litoral de Salvador. Inst. de Geociências UFBA, Salvador.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

- MARTIN, L. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; VILAS-BOAS, G.da S. ; FLEXOR, J.-M. 1978. Introdução ao estudo do litoral da Bahia, trecho Salvador Ilheus. *Revista Brasileira de Geociências*, 9 (4) : 309-320.
- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; VILAS-BOAS, G.da S. 1980. Le Quaternaire marin brésilien (Littoral pauliste, sud-fluminense et bahianais). *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, XI (1) : 96-125.
- Il existe, le long du littoral des états de Bahia et São Paulo, des témoins indiscutables des deux dernières grandes transgressions. Grâce à ces observations et à de nombreuses datations au ^{14}C , plusieurs courbes de variation du niveau relatif de la mer sur plusieurs secteurs du littoral ont pu être construites. Ces courbes montrent des oscillations et des décalages entre elles qui sont trop constants pour être fortuits. Des variations de la surface du géoïde au cours de l'Holocène semblent être la meilleure explication de ces oscillations et décalages. Sur cette partie du littoral brésilien, les variations du niveau relatif de la mer ont été le facteur principal de la sédimentation littorale.*
- MARTIN, L. ; VILAS-BOAS, G.da S. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; FLEXOR, J.-M. 1980. Mapa geológico do Quaternário do Estado da Bahia. Governo do Estado da Bahia. Secretaria das Minas e Energia, Salvador. Cartes en 4 feuilles en couleurs à l'échelle du 1/250 000, texte explicatif en portugais et français, 57 p.
- MARTIN, L. ; VILAS-BOAS, G.da S. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; FLEXOR, J.-M. 1980. Origine et âges des dunes situées au nord de Salvador (Brésil). Importance paléoclimatique. *Cah. ORSTOM, Série Géol.* XI (1) : 125-132.
- Les dunes de la région de Salvador sont formées sur deux sortes de sables. La morphoscopie de ces sables donnent des indications sur leur origine et formation. La formation et la position relative de ces dunes indiquent qu'antérieurement à l'avant-dernière transgression le climat a été nettement plus sec que le climat actuel.*
- MARTIN, L. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; VILAS-BOAS, G.da S. 1980. Différenciation sur photographies aériennes des terrasses sableuses marines pléistocènes et holocènes du littoral de l'Etat de Bahia. *Photo Interprétation*, 3, fasc. 4-5.
- LANDIM DOMINGUEZ, J.M. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; MARTIN, L. 1981. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ).
- A partir des observations sur les niveaux marins et leur fluctuations, huit phases échelonnées entre le Pliocène et l'actuel ont été reconnues et l'évolution du Quaternaire littoral de cette région a pu être reconstituée.*
- SUGUIO, K. ; MARTIN, L. 1981. Significance of Quaternary sea-level fluctuations for delta construction along the Brazilian Coast. *Geo-Marine Letters*, (1) : 181-185.
- De nombreuses zones de sédimentation deltaïque échelonnées le long des côtes brésiliennes ne sont pratiquement pas connues hors du Brésil. L'évolution géologique de ces plaines côtières est fournie en prenant comme exemple l'embouchure du Rio Doce dans l'Etat de l'Espírito Santo qui a été le lieu de fluctuations du niveau de la mer durant le Quaternaire.*

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1982. Utilisation des amas coquilliers artificiels dans la reconstruction des anciennes lignes de rivage : exemples brésiliens. *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, XII (2) : 135-146.
Les amas coquilliers artificiels (« sambaquis ») édifiés par les anciens habitants des régions côtières peuvent être utilisés dans certaines conditions comme marqueurs d'anciens niveaux marins. Sur le littoral brésilien, les datations des « sambaquis » associées à la valeur du rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ des carbonates de leur coquilles ont été utilisées de façon remarquable dans la construction de courbes de variation du niveau relatif de la mer au cours des 7 000 dernières années.
- MARTIN, L. ; VILAS-BOAS, G.da S. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; FLEXOR, J.-M. 1983. Quaternário costeiro. In : Mapa geológico de Sergipe. Departamento Nacional da Produção Mineral. Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo do Governo de Sergipe.
- BITTENCOURT, A.C.S.P. ; ; MARTIN, L. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; FERREIRA Y. de A. 1983. Evolução paleogeográfica quaternária da costa de Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. *Revista Bras. de Geociências*, 13 (2) : 93-97.
- MARTIN, L. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; SUGUIO, K. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; FLEXOR, J.-M. 1983. Schéma de la sédimentation quaternaire sur la partie centrale du littoral brésilien. *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.* XIII (1) : 59-81.
Au cours du Quaternaire, la partie centrale du littoral brésilien a connu d'importantes variations du niveau de la mer. Il a été possible d'identifier trois hauts niveaux marins. Les deux derniers ont pu être datés et indiquent des âges de 120 000 ans BP et 5 100 ans BP. Après ce dernier âge, l'abaissement du niveau de la mer a fourni de grandes quantités de sables en provenance de la proche plateforme. Ces sables, apportés sur la plage, ont été repris par la dérive littorale et ont cheminé jusqu'à ce qu'ils rencontrent un piège permettant leur accumulation.
- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. ; TESSLER, M. ; EICHLER, B.B. 1985. Roundness in Holocene Sands of the Paraíba do Sul Coastal plain, Rio de Janeiro, Brazil. *J. of Coastal Research*, 1 (4) : 343-351.
- SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; FLEXOR, J.-M. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral Brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Rev. Bras. Geociências*, 15 (4) : 273-386.
- MARTIN, L. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; DOMINGUEZ, J.M.L. 1986. Neotectonic movements on a passive continental margin : Salvador region, Brazil. *Neotectonics*, 1, (1) : 87-103.
Dans quelques secteurs réduits de la côte brésilienne, il est possible de démontrer le rôle joué par les mouvements tectoniques verticaux dans la formation des sédiments côtiers holocènes.
- BARBOSA, L.M. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; MARTIN, L. 1986. Geologia do Quaternário costeiro do Estado de Alagoas. In : Mapa geológico do Estado de Alagoas. Texto explicativo, 2 folhas na escala de 1/250 000. Publ. DNPM.
- SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. ; AZEVEDO, A.E.G. 1987. The Quaternary sedimentary deposits in the states of Parana and Santa Catarina coastal plains. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*. Balkema Publ. Rotterdam, (4) : 3-25.
- BARBOSA, L.M. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; MARTIN, L. 1987. The Quaternary coastal deposits of State of Alagoas : influence of the relative sea-level changes. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*. Balkema Publ., Rotterdam, (4) : 269-290.

GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

PROJET ORSTOM/CNPq

VARIATIONS DU NIVEAU RELATIF DE LA MER LE LONG DE LA CÔTE BRÉSILIENNE ET SES IMPLICATIONS DANS LA SÉDIMENTATION CÔTIÈRE. CORRÉLATION AVEC DES PARAMÈTRES DE NATURE GÉOPHYSIQUE ET PALÉOCLIMATIQUE

Localisation

Observatoire national de Rio de Janeiro (ON), Rio de Janeiro (RJ)

Chercheur ORSTOM

Louis MARTIN, géologue, coordinateur français (permanent jusqu'en 1990,
sous forme de missions après cette date)

Partenaire responsable

Jean-Marie FLEXOR, professeur, chercheur CNPq

Durée

1981-1990

HISTORIQUE

Commencé à l'USP, poursuivi à l'UFBA, le projet se prolonge et se complète à Rio de Janeiro

A la fin du travail de terrain sur le littoral des Etats de Bahia, Sergipe et Alagoas (voir dossier détaillé des activités de L. MARTIN à l'UFBA), la nomination du professeur FLEXOR à la tête du Département de géophysique de l'Observatoire national de Rio de Janeiro a offert à L. MARTIN la possibilité d'une nouvelle affectation. Celle-ci permettait de réaliser l'étude du Quaternaire marin du littoral des Etats de Rio de Janeiro et Esperito Santo, situés entre les Etats de São Paulo et de Bahia qui venaient d'être explorés. De plus, Rio de Janeiro occupant une position centrale, il était possible de continuer à travailler avec l'IG/USP vers le sud du Brésil et avec l'IG/UFBA vers le nord du Brésil, et d'obtenir ainsi des données sur un secteur continu de plus de 3 000 km du littoral brésilien. De plus, des possibilités de collaboration avec des chercheurs des universités fédérales de Rio de Janeiro (UFRJ) et Fluminense (UFF) s'ouvraient.

L'Observatoire national de Rio étant un Institut du CNPq, le projet de recherche nouveau qui commençait entrait donc sans difficultés dans l'accord général ORSTOM/CNPq qui avait été signé en 1981.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES PRINCIPALES

Avec l'affectation de L. MARTIN à Rio de Janeiro, l'intitulé initial du projet qui avait débuté à São Paulo, puis s'était poursuivi à l'UFBA est modifié et devient : « **Variations du niveau relatif de la mer le long de la côte brésilienne et ses implications dans la sédimentation côtière. Corrélation avec des paramètres de nature géophysique et paléoclimatique** ».

Les objectifs initiaux quant à eux restent sensiblement les mêmes, soit contribuer à améliorer les connaissances sur l'histoire des côtes du Brésil et des marges de l'océan Atlantique au cours des deux derniers millions d'années, notamment dans le domaine des variations du climat, du niveau relatif de la mer et des déformations néotectoniques.

A partir de 1983, dans le cadre du programme international GEOCIT (Géodynamique du climat intertropical), un volet plus spécifiquement climatique est mis en place.

Ce nouveau programme devait chercher des indicateurs de variations climatiques sur le littoral afin d'établir des corrélations avec les indicateurs continentaux rencontrés dans le cadre d'un autre programme ORSTOM/CNPq/ auquel notre équipe participait également et auquel un jeune chercheur de l'ORSTOM (B. TURCQ) venait d'être intégré (voir le dossier détaillé Géologie/USP de ce projet).

A partir de 1990, à la demande du CNPq, les deux projets sont regroupés en un seul projet.

Cette évolution suivait celle des préoccupations de la communauté scientifique internationale, au cours des quinze dernières années. En effet, dans les années 1970, les variations du niveau de la mer ont constitué un thème de recherche important, ce qui s'est traduit par la mise en place de deux projets successifs du PICG de l'UNESCO, auxquels le Brésil a participé activement dans le cadre de la coopération avec l'ORSTOM. A partir de la moitié des années 1980, l'intérêt de la communauté scientifique internationale s'est tourné vers l'étude des climats, ce qui explique l'établissement du Projet ORSTOM/CNPq. Enfin le dernier projet entre parfaitement dans le cadre de l'important Programme international geosphère biosphère.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Des informations fructueuses et variées qui permettent une reconstitution de l'histoire du littoral brésilien durant tout le Quaternaire

Dans le dossier traitant du projet antérieur de géologie du Quaternaire auquel collaborait L. MARTIN à l'UFBA, ont été soulignés l'appui des datations par le radiocarbone, réalisées par le laboratoire de physique nucléaire appliquée de l'UFBA et les résultats acquis sur le littoral des Etats de Bahia et d'Alagoas.

Après l'affectation du Dr Louis MARTIN à l'Observatoire national de Rio de Janeiro, l'étude des plaines sédimentaires situées à l'embouchure des cours d'eau importants a été complétée par celles des rios Paraíba do Sul (RJ), Jaguaribe (CE) et Parnaíba (PI). Ainsi, un modèle de construction de ces plaines, tout à fait différent du modèle classique, a pu être élaboré. Parallèlement l'étude du Quaternaire côtier des Etats du Paraná et Santa Catarina a été entreprise par une équipe réduite - L. MARTIN, K. SUGUIO, J.-M. FLEXOR - avec la participation du Dr A.E.G. de AZEVEDO pour les datations au radiocarbone au laboratoire de physique nucléaire de Salvador de Bahia. La carte des formations quaternaires côtières a pu être dressée et a été publiée - trois feuilles en couleur au 1/200 000^e avec une notice explicative

de 45 pages - par le DNPM. Les nombreuses reconstructions d'anciennes positions du niveau relatif de la mer, au cours des 7 000 dernières années, sur près de 3 000 km du littoral brésilien, ont permis de construire 8 courbes de variation du niveau relatif de la mer. Ces courbes ont une forme très semblable mais elles présentent des différences d'amplitude qui ne peuvent être fortuites. Un examen de la carte d'anomalie du géoïde du Brésil montre que le littoral de l'Etat de Bahia, de direction approximativement N-S, est plus ou moins parallèle aux isolignes d'anomalie géoïdale. Dans ce cas, les courbes ne présentent pas de différences d'amplitude notables : le maximum de 5 100 ans B. se situant partout autour de 5 m au-dessus du niveau actuel. Au contraire, le littoral des Etats de São Paulo et du Paraná, de direction approximative NE-SW, recoupe les isolignes d'anomalie géoïdale. Dans ce cas, les courbes de variation du niveau relatif de la mer présentent des différences d'amplitude nettes : par exemple le maximum de 5 100 ans BP se situe, selon les régions, entre 4,5 et 2,5 m au-dessus du niveau actuel. Ce comportement des courbes de variation est interprété comme un indice de déformation de la superficie du géoïde au cours des 5 000 dernières années.

En juillet 1986, l'équipe du projet organise à São Paulo le « **International Symposium on Sea level Changes and Quaternary Shorelines** ». Ce symposium, réalisé sous le patronage de la Sous-commission des Amériques de la Commission sur les lignes de rivages de l'INQUA, en collaboration avec les Projets 200 et 201 du PICG de l'UNESCO et l'Association brésilienne pour l'étude du Quaternaire (ABEQUA), a réuni 54 participants dont 15 étrangers. Une excursion de 5 jours a été organisée le long du littoral des Etats du Paraná et Santa Catarina. A cette occasion, un livre guide de 124 pages a été édité. Par ailleurs, la construction d'un vibro carottier et d'une plate-forme fluctuante a été faite dans les ateliers de l'Observatoire national de Rio de Janeiro. Grâce à ce matériel, il a été possible de réaliser des carottes de 10 à 12 m de longueur de sédiments non perturbés, aussi bien sur la terre ferme que dans l'eau. Grâce à cette nouvelle possibilité technique une étude plus détaillée de la zone littorale a pu être entreprise. En effet, le prélèvement de telles carottes rend possible une étude en trois dimensions qui permet de compléter les informations déjà obtenues sur l'évolution des plaines littorales. Ainsi, deux campagnes de carottage - 50 carottes - ont été effectuées dans les plaines côtières des rios Jequitinhonha (BA) et Doce (ES) en collaboration avec J.M.L. DOMINGUES. Les résultats ont été utilisés dans la thèse de PhD que DOMINGUES a soutenue à l'université de Miami. Une troisième et une quatrième campagnes ont été réalisées dans la plaine côtière du rio Paraíba do Sul (RJ), en collaboration avec C. SILVA, du laboratoire de géologie marine de l'université Fluminense de Niteroi - thèse de Mestrado - et J.M.L. DOMINGUES.

L'influence du phénomène El Niño

A partir de 1985, des indicateurs de variation climatique ont été recherchés sur le littoral afin d'établir des corrélations avec les indicateurs continentaux rencontrés dans le cadre du programme ORSTOM-CNPq « Paléoclimats intertropicaux ». Les études se sont orientées dans la recherche de possibles modifications de la circulation atmosphérique au cours de l'Holocène. Ainsi, un travail de détail dans la plaine côtière du rio Doce, a permis de mettre en évidence des inversions de la direction du transport littoral au cours des 5 000 dernières années. De telles inversions sont liées à des modifications de la direction des houles dominantes en conséquence de modifications de la circulation atmosphérique de la région, comme cela s'est produit en 1983 en conséquence d'un important événement El Niño sur la côte nord du Pérou. A cette occasion, les advections polaires ont été bloquées dans le Sud du Brésil par un fort courant de jet engendré par la présence d'eaux chaudes dans le Nord du Pérou. En conséquence de ce blocage, la houle du secteur sud n'a pas atteint la région de l'embouchure

du rio Doce. Parallèlement, les pluies ont augmenté dans le Sud et diminué dans le Nordeste. Il semble que des situations du type El Niño, mais de beaucoup plus longues durées - de la dizaine à la centaine d'années - aient pu se produire au cours des 5 000 dernières années. Ce type de situation, même s'il ne modifie pas le climat global, peut avoir des répercussions locales importantes à l'échelle humaine.

Afin de mettre en évidence l'existence d'autres marqueurs de modification de la circulation atmosphérique, des carottages ont été effectués de manière systématique dans les lacs de la région de Linhares (ES), de Campos (RJ) et de Laguna (SC). Une étude de la variation des populations de diatomées le long de ces carottes a été entreprise à l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo.

Un autre résultat important a été de montrer l'existence d'une téléconnexion entre l'augmentation de l'intensité de l'upwelling local de Cabo Frio et le phénomène El Niño. La présence intermittente d'eaux froides dans la région de Cabo Frio a provoqué l'existence d'un micro-climat sec qui est la cause de l'hypersalinité de la lagune d'Araruama et de la Lagoa Vermelha. On peut penser que si l'upwelling de Cabo Frio a varié au cours de l'Holocène, il s'est produit des modifications du micro-climat avec des répercussions sur l'écosystème de la région et notamment sur la salinité de la lagune d'Araruama et de la Lagoa Vermelha. On peut donc penser que les sédiments de ces lagunes ont enregistré ces modifications. Des études préliminaires ayant montré la possibilité de telles variations, des campagnes de carottages ont été effectuées afin de tenter d'établir une chronologie de ces modifications du milieu.

Les carottes des cuvettes lacustres de Carajás livrent leurs secrets

Afin d'établir des corrélations entre le littoral et l'intérieur du pays, des carottages ont été effectués dans des lacs de la région de Carajás (PA), de São Simão (SP) et de Patrocínio (MG), dans le cadre du Programme ORSTOM-CNPq. Quelques carottes ont également été collectées en collaboration avec l'Institut de chimie de l'université Fluminense de Niteroi, dans le but de mettre en évidence des indicateurs de variation de l'écosystème lagunaire fluminense à partir de la caractérisation géochimique des sédiments.

Le site amazonien de Carajás, découvert par F. SOUBIÈS, a fourni l'enregistrement le plus long (60 000 ans) actuellement connu dans les régions tropicales, exception faite des Andes colombiennes. Des études palynologiques (A. ABSY) et sédimentologiques (A. SIFEDDINE, thèse de doctorat ORSTOM/MHN Paris) ont été effectuées sur une des carottes. Les spectres polliniques montrent qu'au cours des 60 000 dernières années, il s'est produit quatre périodes d'ouverture de la forêt, toutes marquées par une importante diminution des pollens arborés. Cependant, la période la plus récente, entre 7 000 et 4 000 ans BP, se différencie des trois autres par une quasi-absence des taxons de savane. Par ailleurs, les périodes de réinstallation de la forêt débutent par une phase de végétation pionnière qui, de part sa brièveté est peu représentée dans les spectres. Or, entre 6 000 et 4 000 ans BP, le pourcentage des pollens de *Piper* est anormalement élevé (plus de 40 % contre quelques pour-cent pour les autres périodes). On peut penser que la phase post-pionnière étant régulièrement interrompue n'a pu se développer normalement, ce qui a entraîné une succession de redémarrage des pionniers.

Parallèlement, les flux détritiques, très faibles pendant la dernière période d'ouverture de la forêt, contrairement à ce qui s'est passé lors des périodes antérieures indiquent que le petit bassin de drainage du lac a continué à posséder une couverture végétale suffisante pour empêcher son érosion. On peut donc penser qu'entre 7 000 et 4 000 ans BP, la sécheresse n'a pas été du même type que pendant les périodes d'ouvertures antérieures. La grande abondance de micro-charbons de bois, entre 7 000 et 4 000 ans BP, témoigne de l'existence d'une

succession d'incendies qui n'ont pu se développer qu'à l'occasion d'une série de périodes sèches dans un « fond » humide comme l'atteste le développement important des *Pipers*. Enfin, le fait que l'on rencontre, entre 7 000 et 4 000 ans BP, de très nombreux spicules d'une unique espèce d'éponge montre que pendant cette période le lac était très bas mais sans toutefois être sec en permanence, sinon les éponges n'auraient pu se développer.

La mise en place de la forêt amazonienne

A partir de cet ensemble de données, on peut penser que l'ouverture de la forêt qui s'est produite entre 7 000 et 4 000 ans BP n'est pas la conséquence d'une période sèche continue, mais, au contraire, le résultat d'une succession de courtes périodes, dans un « fond » humide.

En effet, entre 7 000 et 4 000 ans BP, les pollens d'arbres sont dominés par ceux des *Pipers*, végétation pionnière qui indique des conditions climatiques plus favorables au développement de la forêt. Cependant, la présence d'une végétation pionnière pendant 2 à 3 000 ans est quelque chose de tout à fait anormale. On peut donc penser que des « incidents » ont stoppé le développement de la forêt. Après ces interruptions, la phase pionnière recommençait de nouveau, et ceci plusieurs fois de suite. La présence de micro-débris de charbons de bois, témoigne de l'existence d'incendies. La forêt humide ne pouvant brûler en conditions normales, les incendies n'ont pu se produire qu'en périodes de stress hydrique de la forêt, correspondant à de courtes périodes sèches dans un « fond » humide.

Malheureusement, l'évolution ultérieure n'a pu être enregistrée dans cette carotte, mais il est possible d'en avoir quelques idées à partir des variations du débit du rio Xingu qui indiquent l'existence de trois périodes sèches entre 2 500 et 850 ans BP.

Un scénario paléoclimatique a pu être établi à partir de la mise en évidence d'une succession de périodes d'inversions du sens du transport littoral, en relation avec des modifications du régime des houles sur la partie centrale du littoral brésilien. Ces modifications successives de la dynamique littorale ont été reliées à l'existence de conditions de type El Niño de durées allant de la dizaine à la centaine d'années. Les vérifications faites sur l'Altiplano bolivien, le Nord du Pérou et l'Amazonie orientale, trois régions dont le régime des pluies est fortement perturbé par les phénomènes El Niño classiques ont confirmé de manière étonnante les prévisions du scénario. L'étude de telles téléconnexions passées devrait permettre de mieux comprendre certaines variations climatiques enregistrées dans d'autres régions.

Finalement les membres des deux projets ORSTOM-CNPq ont organisé en mai 1989 à São Paulo, le « **International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary** ». A cette occasion un livre guide de 136 pages, « **Excursion route along the Brazilian coast between Santos and Campos (RJ)** » a été publié. Les annales de ce symposium ont été publiées en 1991.

PARTENARIAT ET FORMATION

Orientation de thèses de Mestrado

- **M. de MAIA, A.C.** . Evolução Holocênica da planície costeira de Jacarepaguá. Departamento de Oceanografia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro.
- **FERREIRA, R. da S.** Condicionamento geofísico dos mecanismos de sedimentação na planície de Campos. Departamento de Geofísica do Observatório Nacional do Rio de Janeiro.

- **SILVA. C.G.** Estudo da evolução geológica e geomorfológica da região da Lagoa Feia (RJ). Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, (orientation officieuse).

RÔLE JOUE DANS LA COOPÉRATION

Honnêteté et modestie, vertus scientifiques

L. MARTIN pense, après plus de seize ans passés au Brésil, avoir contribué à la formation d'un nombre non négligeable d'étudiants, chercheurs et professeurs et que, de part la nature même de nos affectations, notre présence au Brésil s'accompagne nécessairement d'un important volet formation, même si cette activité n'est pas officialisée par un cours.

Il pense également avoir joué un rôle actif dans le développement des études sur le Quaternaire au Brésil. Ceci s'est traduit par la création de l'ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário) qui a organisé en juin 1991 son 3^e Congrès, par la mise en place d'équipes de recherche structurées et capables intervenant dans des projets internationaux de grande envergure, et par l'organisation de manifestations scientifiques internationales importantes au Brésil.

Il insiste enfin, sur le fait que le chercheur ORSTOM doit impérativement s'intégrer dans une structure brésilienne. Venir au Brésil uniquement pour collecter des données avec lesquelles on repart pour ses besoins propres, dit-il, est une attitude détestable heureusement peu fréquente. Il ne faut pas oublier que l'établissement de bonnes relations avec nos partenaires brésiliens est un travail de longue haleine basé sur la confiance mutuelle qui peut malheureusement être remis en question beaucoup plus rapidement si on ne respecte pas certaines de ces règles.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

De la très abondante liste de publications dans des revues, chapitres de livres, communications à des manifestations scientifiques nationales et internationales diverses, travaux et notices cartographiques, produits par l'équipe du projet, seuls les quelques travaux sont présentés ici.

MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. ; SUGUIO, K. 1984. Enregistrement des périodes de fortes et faibles énergies à l'embouchure d'un fleuve. Le cas du Rio Paraíba do Sul (Brésil). Implications climatiques. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 299, Sér. II (10) : 661-664.

Les caractéristiques morphologiques des grains de sable des terrasses situées de part et d'autre de l'embouchure du Rio Paraíba do Sul, montrent que le sable transporté par ce fleuve se dépose de façon périodique au nord de l'embouchure. Les périodes de dépôt correspondent à des phases de forte énergies du cours d'eau, et donc à des époques pluvieuses. Il devient possible, par confrontation avec les datations au ¹⁴C déjà acquises, d'établir une chronologie de ces époques pluvieuses pour les 5 000 dernières années.

MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. ; KOUSKY, V. ; CAVALCANTI F. de A. 1984. Inversions du sens du transport littoral enregistrées dans les cordons littoraux de la plaine côtière du Rio Doce (Brésil). Possible liaison avec les modifications de la circulation atmosphérique. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 298, II, (1) : 25-27.

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1985. Geoid change indications along the Brazilian coast during the last 7 000 years. Proceedings of the fifth Intern. Coral Reef Congress, Tahiti, [3] : 85-90.

De nombreuses reconstructions d'anciennes positions du niveau de la mer, au cours des 7 000 dernières années, ont pu être effectuées sur plus de 2 000 km du littoral brésilien. A partir de ces données, plusieurs courbes de variation du niveau relatif de la mer ont pu être construites. Celles-ci présentent des formes très semblables mais il est toutefois possible de noter des différences d'amplitude qui ne semblent pas être fortuites. L'éventualité de mouvements tectoniques différentiels étant écartée, on en déduit que ces décalages auraient pu être provoqués par une déformation du relief géoïdal actuel.

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. ; TESSLER, M. ; EICHLER, B.B. 1985. Roundness in Holocene Sands of the Paraíba do Sul Coastal plain, Rio de Janeiro, Brazil. *J. of Coastal Research*, 1 (4) : 343-351.

SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; FLEXOR, J.-M. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral Brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Rev. Bras. Geociências*, 15 (4) : 273-386.

SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. ; TESSLER, M. ; EICHLER, B.B. 1985. Depositional mechanisms active during the late Quaternary at Paraíba do Sul river mouth area, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*, Balkema Publ., [3] : 175-185.

MARTIN, L. ; MORNER, N.A. ; FLEXOR, J.-M. ; SUGUIO, K. 1986. Fundamentos e reconstrução de antigos níveis marinhos do Quaternário. *Bol. IG-USP, Publ. Especial* (4) : 1-161.

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1986. Shell-middens as a source for additional information in Holocene shoreline and sea-level research : a manual for collection and evaluation of data. Van de Plassche ed., published by GEO Books, Norwich, pp. 503-521.

SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. ; AZEVEDO, A.E.G. 1987. The Quaternary sedimentary deposits in the states of Paraná and Santa Catarina coastal plains. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*. Balkema Publ. Rotterdam, [4] : 3-25.

MARTIN, L. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; SUGUIO, K. 1987. Consequence of relative sea-level changes during the Quaternary on sandy coastal sedimentation : examples of Brazil. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*. Balkema Publ., Rotterdam, [4] : 119-135.

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1987. Relative sea-level reconstruction during the last 7.000 years along the states of Paraná and Santa Catarina coastal plains : additional information derived from shell-middens. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*. Balkema Publ., Rotterdam, [4] : 219-236.

BARBOSA, I.M. ; BITTENCOURT, A.C.S.P. ; DOMINGUEZ, J.M.L. ; MARTIN, L. 1987. The Quaternary coastal deposits of State of Alagoas : influence of the relative sea-level changes. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula*. Balkema Publ., Rotterdam, [4] : 269-290.

MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. ; SUGUIO, K. 1987. Inversion de la direction de la houle dominante au cours des 5 000 dernières années en liaison avec une modification de la circulation atmosphérique. *Géodynamique*, 2 (2) : 121-123.

Au cours des 5 000 dernières années, la partie centrale du littoral brésilien a connu en moyenne un abaissement du niveau relatif de la mer de 4 à 5 m. Cet abaissement, associé à la dérive littorale, a

entraîné la formation de vastes terrasses sableuses constituées par l'empilement horizontal de nombreux cordons littoraux. A partir d'une étude détaillée de la géométrie de ces derniers, il a été possible de reconstruire la direction de la houle dominante au cours de la même période, pour un secteur du littoral s'étendant de 10° à 22° S.

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1987. Enregistrement des variations d'énergie du Rio Paraíba do Sul (Brésil), au cours des 5 000 dernières années. Implications paléoclimatiques. *Geodynamique*, 2 (2) : 123-124.

L'article traite du blocage du transport littoral des sédiments par l'embouchure du Rio Paraíba lorsqu'il pénètre dans la mer. Le flux du cours d'eau peut alors constituer un obstacle au transport littoral des sables. Les sables transportés latéralement par le courant de dérive vont s'accumuler du côté de l'embouchure dans le courant de dérive alors que les sables transportés par le cours d'eau vont se déposer uniquement du côté de l'embouchure situé sous le courant de dérive. Ces déplacements successifs dans le temps seront marqués par des discordances dans les alignements de cordons sableux qui permettent de retracer l'histoire paléoclimatique de la région depuis l'Holocène.

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1987. Quaternary evolution of the central part of the Brazilian coast. The role of relative sea-level variation and of shoreline drift. *UNESCO Reports in Marine Science. Quaternary coastal Geology of West Africa and South America*, 43 : 97-145.

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J.-M. 1988. Hauts niveaux marins pléistocènes du littoral brésilien. (Sea-level volume). *Paleogéog., Paleoclim., Paleoecol.*, 69, (2-4) : 231-238.

Sur les parties centrale et sud du littoral brésilien, le haut niveau marin correspondant au dernier interglaciaire a laissé d'importantes traces sous la forme de vastes terrasses sableuses. Les témoins du maximum, daté d'environ 123 000 ans BP par des coraux, indiquent un niveau relatif de la mer se situant à 8 ± 2 m au-dessus du niveau actuel. Dans le Sud du Brésil, quatre générations de dépôts sableux morins quaternaires, dénommées barrières I, II, III, IV, ont été décrites. Sur le littoral des Etats de Sergipe et Bahia on connaît des témoins d'un seul niveau marin antérieur à 123 000 ans BP.

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; VALENTIN, J.L. 1988. Influence du phénomène océanique pacifique, El Niño, sur l'upwelling et le climat de la région de Cabo Frio, sur la côte brésilienne de l'Etat de Rio de Janeiro. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 2, (307) : 1101-1105.

Le phénomène océanique pacifique connu sous le nom de « El Niño », peut perturber la circulation atmosphérique de l'Amérique du Sud et le régime des vents sur la côte atlantique du Sud et du Sud-Est du Brésil. Ceci provoque un renforcement ou une disparition de l'« upwelling » local de la région du Cabo Frio (Etat de Rio de Janeiro), avec des conséquences sur le climat et la salinité des eaux de la lagune voisine d'Araruama.

- SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. 1988. Recent progress in studies of the Brazilian coastal quaternary geology. *Episodes*, 11, (3) : 203-208.

- SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FLEXOR, J.-M. 1989. Mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado do Paraná. Mapa geológico do Quaternário do Estado de Santa Catarina. *Texyo explicativo*. 3 folhas na escala de 1/200 000. Publ. DNPM.

- MARTIN, L. ; ABSY, M.L. ; FLEXOR, M.L. ; FOURNIER, M. ; MOURGUIART, Ph. ; SIFEDDINE, A. ; TURCQ, B. 1992. Enregistrement de conditions de type El Niño en Amérique du Sud, au cours des 7 000 dernières années. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 315, (2) : 97-102.

- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. 1992. Variation of coastal dynamic during the last 7 000 years recorded beach-ridge plains associated with river mouths : example from the Central Brazilian coast. *Paleogeog., Paleoclim., Paleoecol.*, (99) : 119-140.

GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

PROJETS ORSTOM/CNPq

PALÉOCLIMATS INTERTROPICAUX, PUIS ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION DES ENVIRONNEMENTS CÔTIERS ET CONTINENTaux DURANT LE DERNIER CYCLE CLIMATIQUE (DERNIERS 120 000 ANS)

Localisation

Département de sédimentologie et géologie du Quaternaire,
Institut de géosciences, université de São Paulo (IG/USP), São Paulo,
puis depuis 1992, Observatoire national, Rio de Janeiro

Chercheurs ORSTOM

Bruno TURCQ, géologue (1986 à 1990) ; Jean-Pierre YBERT,
palynologue (depuis 1990) ; Louis MARTIN, géologue (Rio de Janeiro puis Paris) ;
Jean-Claude LEPRUN, pédologue (Rio puis Brasília) ; Miclel SERVANT,
géologue (Paris) ; François SOUBIÈS, géologue (Toulouse et Bondy) ;
Bruno TURCQ, géologue (USP puis Paris) ; Jean-Paul YBERT,
palynologue (USP puis Rio de Janeiro)

Partenaire responsable

Kenitiro SUGUIO, professeur, USP, de 1986 à 1990
puis Jean-Marie FLEXOR (O.N., Rio de Janeiro)

Autres membres de l'équipe

Kenitiro SUGUIO (USP) ; Maria L. ABSY, palynologue (INPA, Manaus) ;
J.J. ABRAHÃO, professeur (UFF, Rio de Janeiro) ; M.L. LORCHEITER,
palynologue (UFRS, Porto Alegre) ; C. RICOMINI, géologue (USP) ;
Maria L. SALGADO-LABORIOU, palynologue (UNb)

Durée du projet

de 1986 à 1990 à l'USP,
en cours depuis 1991 à l'UFRJ

HISTORIQUE

Dix ans après, un second projet

Un premier projet, intitulé « **Evolution de la marge continentale brésilienne au Quaternaire** » qui avait débuté en 1974, avait déjà lié un chercheur de l'ORSTOM, Louis MARTIN et le Pr Kenitiro SUGUIO (voir dossier détaillé de ce projet). La collaboration entre ces deux chercheurs s'était activement poursuivie après le départ de L. MARTIN pour Salvador en 1976. La nécessité de consacrer les recherches d'un projet spécifique aux problèmes paléoclimatiques et aux formations superficielles se faisait alors sentir suite aux préoccupations du programme international GEOCIT. Il faut se souvenir que le premier projet s'intéressait essentiellement aux variations du niveau de la mer et aux formations quaternaires du littoral brésilien.

Après une phase préparatoire, un second projet intitulé « **Paléoclimats intertropicaux** » a effectivement débuté en 1986 après l'affectation d'un jeune géologue de l'ORSTOM récemment recruté, Bruno TURCQ. Jean-Pierre YBERT, palynologue, est également affecté au projet et arrive à l'USP en mars 1990. Au cours de la réunion bilatérale annuelle ORSTOM/CNPq qui a lieu en novembre 1989 à Brasília les deux projets « **Variations du niveau de la mer** » mené par Louis MARTIN à l'Observatoire National de Rio de Janeiro et « **Paléoclimats tropicaux** » mené à l'USP sont fusionnés et regroupés en un nouveau projet « **Etude de l'évolution des milieux côtiers et continentaux durant le dernier cycle climatique (les derniers 120 000 ans)** ». Il est alors décidé que le coordinateur français du projet serait L. MARTIN, le coordinateur brésilien étant J.-M. FLEXOR, et que J.-P. YBERT, palynologue et B. TURCQ seraient désormais respectivement basés à l'UFRJ (Rio de Janeiro) et l'UFF (Niteroi). B. TURCQ rejoindra son poste à l'UFF en septembre 1992 après un stage d'analyse spécialisé aux laboratoires de l'ORSTOM à Bondy de janvier 1990 à septembre 1992.

ÉQUIPES IMPLIQUÉES

Brésil

- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, (Sedimentologia e Geologia do Quaternário) ;
- Observatório Nacional (CNPq), Rio de Janeiro (Geofísica, Geoquímica de Isótopos Estáveis do C e O ; Modelamento dos depósitos sedimentares) ;
- Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Palinologia) ;
- Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense (Geoquímica ambiental) ;
- Instituto de Geociências, Universidade de Brasília (Palinologia) ;
- Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Palinologia) ;
- Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Universidade Federal da Bahia (Isótopos Estáveis do C e O) ;
- Instituto de Pesquisas da Amazonia (Palinologia).
- Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (Palinologia, Botânica).

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Une chronologie des modifications écologiques

L'événement majeur de la fin de l'ère quaternaire est le passage du dernier stade glaciaire, dont le maximum se situerait vers 18 000 ans BP (*Before Present*), à l'époque interglaciaire actuelle. Durant la déglaciation l'évolution du climat, devenant plus chaud et localement plus humide, a provoqué d'importantes modifications des paysages. C'est également au cours de cette période que se sont constitués nombre de gisements minéraux alluviaux.

Le but du projet est d'établir une chronologie des modifications des environnements à partir de l'étude de carottes de sédiments prélevées dans le fond des lacs et par une étude détaillée des bassins versants. Ces sédiments sont datés par la méthode du radiocarbone ^{14} . Les pollens contenus dans ces sédiments sont liés aux couvertures végétales anciennes et par là même aux paléoclimats. D'autres marqueurs, tels que les diatomées ou certains isotopes stables, indiquent également certains paramètres de l'environnement comme la température, par exemple.

Les informations ainsi recueillies devraient permettre d'établir d'éventuelles téléconnections avec d'autres régions et donc de mieux cerner les mécanismes majeurs de la variabilité du climat. Les évaluations quantitatives des paramètres hydrométéorologiques devraient quant à elles aider au contrôle des modèles du climat global. Enfin, la connaissance des paléoenvironnements et de leurs modifications au cours des 20 000 dernières années permettra de mieux comprendre l'évolution des couvertures pédologiques et végétales.

J.-P. YBERT, quant à lui consacre ses recherches à l'étude des relations sédimentation pollinique actuelle/végétation/climat dans la zone littorale du Brésil (Mata Atlântica) et à l'analyse des changements climatiques au cours du Quaternaire récent.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Ce qui s'est passé de 30.000 ans à nos jours

Les deux premières années, de nombreux dépôts quaternaires des régions sud-ouest et centre-ouest du Brésil ont été étudiés et datés de manière à choisir les sites les mieux adaptés aux études paléoclimatologiques. Il s'agit en particulier de ceux qui présentent le registre sédimentaire le plus ancien et le plus continu. Une chronologie des événements ayant affecté la fin du Quaternaire de ces régions du Brésil peut être établie.

Entre 20 000 et 30 000 ans BP, des argiles se déposent dans le fond des vallées et témoignent donc de la remontée de la nappe phréatique. De 18 000 à 13 000 ans BP, sur le site de São Simon (Etat de São Paulo), se déposent, sous l'effet d'écoulements torrentiels, des sables indiquant une phase sèche. De 6 000 à au moins 4 000 ans BP, des dépôts sableux sont associés à une grande quantité de troncs d'arbres marquant la présence de forêts, peut-être limitées aux berges des rivières. Aux environs de 2 000 ans BP, une petite phase sèche, marquée par des dépôts sableux riches en charbons végétaux, a été reconnue dans la région de Gouvêa (Minas Gerais).

Le programme de recherche sur les pollens en est à son début et ne compte encore que peu de résultats :

Deux analyses palynologiques ont été effectuées sur des échantillons prélevés par H. TAKIYA au cours de travaux de voirie réalisés dans la ville de São Paulo. Ces échantillons ont été datés de $4\,732 \pm 60$ ans BP, les spectres palynologiques indiquent un climat régional sec, ce qui confirme les résultats obtenus par les autres chercheurs de l'équipe dans le Centre-Sud-Est du Brésil. Ces données palynologiques sont les premières connues pour l'Holocène de l'Etat de São Paulo.

L'étude des relations entre les spectres polliniques, la végétation et le climat dans la région du Rio Doce à partir de l'analyse palynologique de carottes lacustres prélevées dans la vallée du Rio Doce est en cours.

La richesse d'informations du site de Carajás

Les résultats des travaux effectués à Carajás et sur certains autres sites et les interprétations qui en découlent ont été donnés dans le dossier consacré aux activités de L. MARTIN à l'Observatoire National de Rio de Janeiro (voir dossier détaillé). Une brève synthèse en sera fournie ici. En effet, afin d'établir des corrélations entre le littoral et l'intérieur du pays, des sondages ont été effectués dans des lacs de la région de Carajás (PA), de São Simão (SP) et de Patrocínio (MG).

Le site amazonien de Carajás a fourni un enregistrement sur 60 000 ans, le plus long actuellement connu dans les régions tropicales. Les spectres polliniques montrent qu'au cours des 60 000 dernières années, quatre périodes de régression de la couverture forestière se sont succédées. La dernière, située entre 7 000 et 4 000 ans BP présente une quasi-absence des pollens d'espèces de savane. Les périodes de recolonisation par la forêt débutent par une phase de végétation pionnière brève représentée dans les spectres par le genre *Piper*. La faiblesse des sédiments détritiques durant cette dernière période, contrairement à ce qui s'est passé lors des périodes antérieures, indique que le petit bassin de drainage du lac a continué à posséder une couverture végétale suffisante pour empêcher son érosion et que entre 7 000 et 4 000 ans BP, la sécheresse n'a pas été du même type que pendant les périodes d'ouvertures antérieures. La grande abondance de micro-charbons de bois durant cette période témoigne de l'existence d'une succession d'incendies qui n'ont pu se développer qu'à l'occasion d'une série de périodes sèches dans un « fond » humide comme l'atteste le développement important des espèces du genre *Piper*. Enfin, la présence de très nombreux spicules d'une unique espèce d'éponge montre que pendant cette période le niveau du lac était bas mais qu'il n'était pas totalement sec. Après 4 000 ans, le pourcentage des pollens de *Piper* diminue fortement et celui des autres espèces arborées augmente, traduisant l'installation définitive de la forêt et l'apparition de conditions climatiques beaucoup plus stables.

PARTENARIAT ET FORMATION

Des réunions de préparation du programme « **Ecosystèmes, Paléoeécosystèmes des forêts intertropicales** » (ECOFIT), auxquelles de nombreux partenaires ont été invités, ont été organisées à Bondy en janvier 1991. Des réunions ont eu ensuite lieu au Brésil pour faire connaître ce programme et susciter l'adhésion de nouveaux partenaires.

Une réunion des palynologues brésiliens a été organisée en juin 1991, à Belo Horizonte, afin de définir une méthodologie commune pour le prélèvement, le traitement, l'analyse des échantillons de palynologie et pour la présentation des résultats. Une douzaine de palynologues ont participé à cette réunion et le protocole de travail établi a été publié.

Une partie des activités de J.-P. YBERT a été consacrée à la mise en place d'une équipe brésilienne de palynologues et de botanistes. Ce dernier est de plus chargé de la coordination des équipes de palynologues des universités de Brasília, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, São Paulo et de la coordination des équipes de botanistes travaillant sur la Mata Atlântica en coopération avec le professeur W. MANTOVANI [USP].

A São Paulo, une étudiante de doctorat participe à ce programme en analysant les relations des spectres palynologiques actuels le long d'un transect recoupant les zones de « Restinga », « Mata Atlântica » et « Cerrado » dans l'Etat de São Paulo. A Rio de Janeiro, deux étudiantes du laboratoire de palynologie dirigé par M. BARTH, doivent, dans le cadre de leurs thèses de doctorat, étudier des carottes prélevées dans des lacs de l'Etat de Rio de Janeiro par L. MARTIN et la sédimentation palynologique actuelle dans ces mêmes lacs. A Recife, un professeur de la Section d'écologie, Département de biologie de l'université fédérale rurale de Pernambuco étudie la sédimentation pollinique actuelle des formations végétales de l'Etat de Pernambuco, « Restingas », « Mata Atlântica », « Mata relique » de Podocarpus, « Campestre », ainsi que les sédiments lacustres de la région.

Ces équipes de palynologues vont compter avec l'appui de botanistes et phytosociologues de ces trois universités.

Le chercheur français a contribué à l'élaboration des sujets des thèses des étudiants de São Paulo, Rio de Janeiro et Recife qui vont travailler dans le cadre du programme CNPq/ORSTOM et doit participer à leur encadrement.

PARTICIPATION À DES COLLOQUES, SÉMINAIRES, COMITÉS DE LECTURE

Jean-Pierre YBERT

Décembre 1990

VIII^e réunion des Paléobotanistes et Palynologues d'Amérique du Sud, São Paulo, Brésil, en tant que membre du Comité d'organisation ; membre du Comité de lecture et de rédaction ; président d'une Session technique ; conférencier d'une table ronde sur « La Palynologie du Quaternaire au Brésil, situation actuelle, évolution pour les dix prochaines années ».

Janvier 1991

Séminaire « Forêts et Paléoclimats », Bondy, France.

Juin 1991

III^o Congresso da ABEQUA, Belo Horizonte, Brésil.

Août 1991

XIIIth International Congress of the International Union for Quaternary Research, Beijing, China.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- PRESSINOTI, M.M.N. ; TURCQ, B. 1986. Gênese dos depósitos quaternários do ribeirão Tamandua-São Simon, São Paulo.. XXXIV Congr. Bras. Geol., Goiânia. *Resumo*.
- SUGUIO, K. ; TURCQ, B. ; SOUBIÈS, F. 1987. Recent data in changes in late Quaternary fluvial regimes in Central Brazil. 201st. IGCP Project : Quaternary of South America. Final Meeting, Ushuaia, Argentine.
- SUGUIO, K. ; TURCQ, B. ; SOUBIÈS, F. ; SERVANT, M. ; PRESSINOTI, M.M.N. 1987. Alguns terraços fluviais do Sudeste et do Centro-ouest brasileiro datados por radiocarbôno : possíveis significados paleoclimáticos. 1º Cong. ABEQUA, Porto Alegre. *Anais*. pp. 379-392.
- SUGUIO, K. ; TURCQ, B. ; SOUBIÈS, F. 1987. Cronologia e significado dos rentalhamentos de terraços fluviais do Quaternário superior : regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. 6º Simp. reg. de Geol., Rio Claoro (SP). *Resumo*.
- ABSY, M.L. ; VAN DER HAMMEN, T. ; SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; FOURNIER, M. ; TURCQ, B. 1989. Data on the history of vegetation and climate in Carajás, Eastern Amazonia. Intern. Symp. on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo, Brésil. Sp. Publ. USP, pp. 129-131.
- SERVANT, M. ; SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; TURCQ, B. ; FOURNIER, M. 1989. Alluvial fans in Southern Brasil as an evidence for early holocene dry climatic period. Intern. Symp. on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo, Brésil. Sp. Publ. USP, pp. 75-77.
- SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; MARTIN, L. ; LEPRUN, J.-C. ; SERVANT, M. ; TURCQ, B. ; FOURNIER, M. ; DELAUNE, M. ; SIFFEDINE, A. 1989. The quaternary lacustrine deposits of the Serra dos Carajás (State of Pará) : age and other preliminary results. Intern. Symp. on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo, Brésil. Sp. Publ. USP, pp. 125-128.
- ABSY, M.L. ; CLEEF, A.L.M. ; FOURNIER, M. ; MARTIN, L. ; SERVANT, M. ; SIFFEDINE, A. ; SILVA, M.F.F. ; SOUBIÈS, F. ; SUGUIO, K. ; VAN DER HAMMEN, T. 1991. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le Sud-Est de l'Amazonie au cours des 60 000 dernières années. Premières comparaisons avec d'autres régions tropicales. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 312, (2) : 673-678.
- L'analyse d'un sondage de 6,5 m dans une dépression marécageuse de la Serra Sul dos Carajás (Brésil), montre que la forêt dense humide s'est ouverte à quatre reprises au cours des 60 000 dernières années. Les évolutions de l'Amérique du Sud et de l'Afrique sont comparables de 20 000 à 8 000 ans BP. A partir de cette date, de nettes divergences apparaissent.*
- MARTIN, L. ; ABSY, M.L. ; FLEXOR, J.-M. ; FOURNIER, M. ; MOURGUIART, Ph. ; SIFFEDINE, A. ; TURCQ, B. 1992. Enregistrement de conditions de type El Niño en Amérique du Sud, au cours des 7 000 dernières années. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 315, (2) : 97-102.
- TAKIYA, H. ; YBERT, J.-P. Evidência palinológica de uma fase climática seca durante o Holoceno na Bacia de São Paulo. *Sous presse*.

GÉOLOGIE-GÉOCHIMIE

CONVENTION ORSTOM/MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA CULTURE DE L'ÉTAT DE BAHIA POUR LA RÉALISATION DE PROGRAMMES CONJOINTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE EN GÉOCHIMIE (1978-1981)

PROJET ORSTOM/CNPq-UFBa

GÉODYNAMIQUE DES GRANITOÏDES PRÉCAMBRIENS DE BAHIA. CONTRIBUTION A LA DÉTERMINATION DU POTENTIEL URANIFÈRE (1981 1993)

Localisation

Institut de géosciences de l'université fédérale de Bahia (UFBa), Salvador de Bahia

Chercheurs ORSTOM

André NOVIKOFF (affectation permanente 1974-1980) ; Pierre SABATÉ
(1978 jusqu'à ce jour) ; Gaston GIULIANI (1986-1988)

Partenaires responsables

Adelaide MUSSI SANTOS puis Sylvio de QUEIROZ MATTOSO,
Johildo S. FIGUEIREDO BARBOSA et Geraldo VILAS BOAS, professeurs

HISTORIQUE

L'historique de la mise en place de l'équipe de pédologues de l'ORSTOM assurant l'enseignement de la post-graduation et la signature de la première convention pour l'enseignement et la recherche entre l'ORSTOM et le ministère de l'Éducation et de la Culture de l'État de Bahia a été conté dans l'exposé du programme de pédologie mené avec l'Institut de géosciences de l'UFBa. Cette convention regroupait géochimie et pédologie et le premier chercheur à enseigner la géochimie dans le cadre de la post-graduation fut Gaston SIEFFER-MANN, pédologue, en 1970.

Avant l'arrivée du premier chercheur de l'ORSTOM, J. BOYER en 1969, le laboratoire de géochimie de l'UFBA était impliqué dans un projet de prospection géochimique du cuivre à partir de l'analyse des formations superficielles dans l'Etat de la Bahia et désirait développer des études concernant la dispersion du cuivre au cours de l'altération météorique et de la pédogenèse afin d'améliorer les techniques de prospection utilisées jusqu'alors. Son ambition était de former du personnel qui pourrait constituer des équipes mixtes de géologues et de pédologues opérationnelles pour les prospections minières dans l'Etat de Bahia et dans le reste du pays. La première convention qui s'établit entre l'ORSTOM et l'UFBA en 1971 avait donc pour raisons originelles des préoccupations géochimiques.

Le programme initial, d'affinité pédologique, reposait sur l'étude, par des approches géochimiques, de la genèse des sols à partir de leur substratum rocheux. Les objectifs visaient à servir de support à la prospection minérale tout en identifiant la fertilité des sols à des fins agricoles.

S'initie alors, à partir de 1973, avec B. VOLKOFF, l'implantation de la première mission de longue durée à l'UFBA qui ouvrira les portes à la coopération de l'ORSTOM au Brésil. L'équipe sera rapidement étoffée par les affectations de longue durée de plusieurs chercheurs qui se relayeront jusqu'en 1985 (A. NOVIKOFF, G. RICHÉ, D. MARTIN, F. SOUBIÉS, P. AUDRY) avec la participation de chercheurs en missions de courte durée (J. BOYER, C. MOUREAUX, M. PINTA). Le contexte politico-économique est alors favorable et permet l'installation de laboratoires d'analyses par spectrométrie d'absorption atomique et de fluorescence et diffractométrie RX.

ACTIVITÉS DEVELOPPÉES À L'UFBA PAR A. NOVIKOFF ENTRE 1974 ET 1980

En avril 1974, A. NOVIKOFF, géologue, est amené à remplacer, G. SIEFFERMANN, pédologue qui participait à l'enseignement de la géochimie de la surface. Il restera à Salvador jusqu'en juin 1980.

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS PRINCIPALES

En dehors du temps consacré aux cours théoriques et pratiques concernant la géochimie de surface (entre 120 et 150 heures par an), et une participation à l'enseignement du cours de microbiologie des sols (actions des micro-organismes sur l'altération des roches) un certain nombre de recherches ont été entreprises dans le cadre de la formation des étudiants. Ces recherches concernent essentiellement l'étude des gîtes minéraux de surface et en particulier des mécanismes de concentration supergène des métaux. Le thème de recherche principal s'intitulait « **Altération des massifs ultrabasiques et évolution supergène du cuivre, du chrome et du fer** ». L'objectif de ces études était d'améliorer la connaissance des mécanismes géochimiques responsables de ces concentrations afin de faciliter la prospection des gîtes masqués par la couverture d'altération superficielle en région climatique semi-aride (pluies annuelles inférieures ou égales à 600 mm).

RÉSULTATS OBTENUS

Dans le cadre de l'évolution et la concentration supergène des métaux utiles, le devenir de deux éléments, le cuivre et le chrome, a été particulièrement étudié.

Le cuivre

L'étude a porté sur l'évolution du cuivre en provenance de sulfures liés à des roches basiques et ultrabasiques. Les résultats ont montré que la dispersion du cuivre dans les sols devient très rapidement secondaire, et que, en général, dans l'arène à 20 cm au-dessus de la roche saine, on ne trouve plus de sulfures. Les quantités de cuivre fixées par les argiles (dans leurs structures ou sur leurs surfaces) et, en moindre quantité, par la matière organique, restent relativement faibles, de l'ordre de 200 à 500 ppm, mais suffisamment contrastées par rapport à un fond géochimique régional bas. Dans les sédiments des rivières, par effet de dilution des minéraux secondaires du cuivre, tant par les eaux que par mélange à des sédiments stériles des berges, en pratique, seule la dispersion des minéraux primaires devient significative d'une anomalie.

Le chrome

Deux types d'études ont été réalisées : l'une porte sur la géochimie des chromites, l'autre sur les faciès d'altération superficielle de roches ultrabasiques, en général totalement altérées par voie hydrothermale en serpentines, chlorites, carbonates ou talc. Dans le manteau d'altération superficielle, parfois épais de 35 m, on trouve dans les parties basses et résiduelles des profils, une grande quantité de minéraux argileux de type smectite dont la composition reflète celle des minéraux dont ils sont issus. La répartition des éléments majeurs et en traces dans ces faciès altérés a permis de reconnaître les roches primaires dont ils dérivent, roches globalement riches en olivine. L'étude de la complexation des métaux lourds par les acides organiques des sols de la région a montré que le cuivre, le zinc et le cobalt sont assez fortement complexés, alors que le manganèse, le nickel, le chrome et le fer le sont peu, le principal agent complexant étant l'acide fulvique.

Cette étude, effectuée sur les chromites de deux gros gisements, situés à 80 km de distance, a permis de constater que les caractères géochimiques de ces chromites sont différents. Celles de Campo Formoso sont typiquement stratiformes, ce qui confirme les observations de terrain, alors que celles de Medrado seraient plutôt du type alpin, ce qui est inattendu.

Divers autres thèmes de recherche

Il s'agit en général de travaux aboutissant à des thèses de 3^e cycle (mestrado) dans le cadre de la formation à la recherche d'étudiants sur des thèmes destinés à aider à la prospection minière.

- Répartition et géochimie des minéraux lourds des affluents Est du Rio das Contas (Chapada Diamantina, Centre-Ouest de Bahia).
- Dissolution sélective du manganèse contenu dans les oxydes de fer ou de manganèse. Il s'agissait plus particulièrement de savoir quels étaient les éléments traces associés plus spécialement à un des éléments majeurs. Les résultats ont montré qu'il était difficile d'affirmer qu'un élément était plus particulièrement lié au Fe et au Mn et qu'il faut souvent, dans le milieu supergène, traiter chaque cas comme un cas d'espèce.
- Dissolution des oxydes, hydroxydes ou minéraux par divers réactifs utilisés couramment en prospection minière en fonction des différents paramètres : temps, concentration, etc.
- Recherche d'argiles utilisables en céramique. Etude qualitative de gisements de kaolinites secondaires dans la région de Salvador.

PUBLICATIONS

- RIBEIRO, R.M. ; MOUREAUX, C.L. ; NOVIKOFF, A. 1976. Etude comparative de l'altération microbienne des différents minéraux constituant d'une diabase. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, Vol. XIV, n° 2 : 161-168.
- BARBOSA, R.M. ; NOVIKOFF, A. 1978. Distribuição de Cu, Zn, Mn e P em perfis de solos situados na área mineralizada em apatita, Fazenda Retiro, Ipirá, Bahia. Communication XXX Congr. Bras. Geol. Recife (Brésil).
- MESTRINHO, S.S.P. ; NOVIKOFF, A. 1980. Comparaison géochimique des chromites d'Andorinha et de Campo Formoso, (Bahia, Brésil). *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, vol. XI, n°1 : 75-94.
- Cette étude porte sur la comparaison de la composition des chromites de Medrados et Ipueira, dans la région d'Andorinha, avec celles de Pedrinhas à Campo Formoso, dans l'Etat de Bahia, Brésil. Les chromites ont été soumises à diverses méthodes de purification, puis analysées par absorption atomique et par microsonde. Les résultats montrent que la composition des chromites d'Andorinha diffère sensiblement de celles de Campo Formoso. Les caractéristiques chimiques des chromites sont données et montrent que ces dépôts appartiennent à des séries chimiques différentes, d'où, probablement, à des génèses différentes. La comparaison avec d'autres chromites du monde, appartenant à des gisements podiformes ou stratiformes, suggère l'appartenance des chromites d'Andorinha à un type podiforme et celles de Pedrinhas à un type stratiforme.*
- BOECHAT LOPES, U. ; MENEZES SANTOS, U.de ; NOVIKOFF, A. 1982 : Etude limnologique des eaux du lac du Arroz (Ile du Careiro, Amazonie centrale, Brésil). *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.* XII, 2, pp. 147-165.
- La limnologie des eaux du lac du Arroz est fortement conditionnée par les variations saisonnières des apports du riu Solimões (Amazonie). La variation annuelle du niveau du lac est de 7 à 9 mètres. Les analyses d'eau montrent bien la variation des propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux du lac en fonction du régime d'alimentation de la rivière. Le rôle des poissons qui pénètrent dans le lac en période de basses eaux et creusent des trous dans la vase du fond du lac pour y déposer leurs œufs est mis en évidence.*
- BOUKILI, H. ; BESNUS, Y. ; NOVIKOFF, A. ; SOUBIÈS, F. 1983. Pétrologie de l'altération des roches ultra-basiques à chromites de Campo Formoso - Bahia, Brésil. *Int. Colloque CNRS, pétrologie des altérations et des sols. Paris. Abstracts*, p. 62 et *Sci. Géol., Mém.*, 72 : 19-28, Strasbourg, 1983.
- L'altération hydrothermale des ultrabasites chromifères de Campo Formoso est caractérisée par une serpentinisation, puis une chloritisation et enfin par une stéatitisation et une carbonatation. Un hydroxycarbonate chromifère, type stichtite, apparaît souvent au contact des chromites. Les eaux superficielles altèrent en premier la stichtite en smectite chromifère, puis les serpentines et les chlorites en formant des saponites et des nontronites. Ces smectites sont détruites en surface, les chromites subissent des dissolutions et des transformations.*
- BOUKILI, H. ; NOVIKOFF, A. ; FRANCA, J. 1984 Minéralogie et géochimie des chlorites et hydroxycarbonates chromifères de Campo Formoso, Bahia, Brésil. *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, Vol. XIV, 2 : 141-152.
- CALAS, G. ; MANCEAU, A. ; NOVIKOFF, A. ; BOUKILI, H. 1984. Comportement du chrome dans les minéraux d'altération du gisement de Campo Formoso (Bahia, Brésil). *Bull. minéral.* Paris, 107 : 755-766.
- NOVIKOFF, A. ; BARBOSA, R.M. ; SOUBIÈS, F. 1984. Aspectos mineralógicos e geoquímicos na alteração de rochas ultramáficas e cromíferas de Campo Formoso, Bahia. *In : An. XXXIII, Congr. Bras. Geol.*, Rio de Janeiro, pp. 4117-4125.

SOUBIÈS, F. ; NOVIKOFF, A. ; SANTOS, A.M. ; BARBOSA, R.M. 1984. Os minerais carbonatados nas zonas de alteração das rochas ultramáficas cromíferas de Campo Formoso, Bahia (Brésil), In : an. Congr. Bras. Geol., Rio de Janeiro, pp. 4299-4303.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES À L'UFBA PAR PIERRE SABATÉ DE 1978 À 1992

HISTORIQUE

Dès de début des années 1970, la demande de formation en géochimie auprès de l'UFBA est grande, stimulée par les besoins pressants des entreprises minières qui mènent de nombreuses opérations de prospection minérale (chrome, cuivre, titane-vanadium, plomb-zinc, etc.). Parallèlement, les services publics de l'Etat de Bahia (Secretaria das Minas e Energia, SME et Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, CPRM) investissent dans la cartographie des ceintures volcano-sédimentaires précambriennes et cherchent, auprès de l'Université les collaborateurs pour les études approfondies des associations magmatiques. Pour engager une ligne de recherche et de formation dans cette voie à vocation plus géologique, le Département de Géochimie de l'UFBA fait appel à l'ORSTOM et P. SABATÉ est affecté à l'UFBA en 1978.

DÉVELOPPEMENT DU PROGRAMME DE GÉOCHIMIE-GÉOLOGIE

Le programme, à finalité pétrogénétique, a pour cible la ceinture volcano-sédimentaire de Contendas-Mirante où la CBPM, Compagnie bahianaise de recherches minières, exécute ses travaux de cartographie et de prospection. C'est d'ailleurs cette compagnie d'État qui en permettra la réalisation alors que les programmes de recherche de l'Institut de géosciences souffriront d'une longue et brutale restriction de crédits.

La complexité du contexte géologique de la ceinture Contendas-Mirante exige la conduite d'une analyse structurale approfondie qui est entreprise parallèlement aux études pétrologiques et introduira une systématique d'approche nouvelle au Brésil.

Les résultats obtenus sur la ceinture Contendas-Mirante font l'objet de communications nombreuses, de monographies de mestrado, de publications et d'une synthèse exhaustive présentée, avec un guide d'excursion technique, au symposium international sur l'Archéen et le Protérozoïque inférieur (ISAP, Salvador, 1982) et constituent le point de départ de l'essentiel des recherches développées par la suite à l'UFBA dans le cadre des accords CNPq/ORSTOM et en collaboration avec divers organismes brésiliens, puis d'institutions françaises.

LE PROGRAMME GRANITOÏDE DE BAHIA

Étapes de la mise en place

Les travaux précédents soulignent l'intérêt de terrains granitoïdes comme marqueurs des événements orogéniques. Ils soulèvent et discutent un certain nombre de problèmes qui restent à résoudre. Bien que seuls les terrains de nature mafique ou ultramafique retiennent, à

l'époque, l'attention des prospections et des recherches, en raison de leur potentiel minéral par analogie avec les formations des zones cratoniques archéennes et protérozoïques déjà connues (Afrique du Sud, Canada, Australie, etc.), le Secrétariat des Mines et de l'Energie de l'Etat de Bahia accepte de contribuer au démarrage d'un programme sur les granitoïdes.

Dans le même temps, la Commission nationale brésilienne à l'énergie nucléaire (CNEN) lance la proposition d'étudier ces mêmes granites sous l'angle de leur potentiel uranifère. A cet effet elle contribuera par un financement. Celui-ci, bien que modeste et éphémère (1983-1985), en raison de choix gouvernementaux relatifs à la question nucléaire, aura toutefois contribué de manière décisive à la remise en conditions de fonctionnement et même, dans certains cas, à la survie des principaux outils du Département de géochimie (ateliers de préparation et laboratoires d'analyses, ainsi que véhicules de terrain).

Parallèlement, en 1981, les multiples conventions existant alors entre l'ORSTOM et diverses institutions brésiennes, sont regroupées dans un accord cadre CNPq/ORSTOM qui, entre autres, assurera au programme « granite » un statut formel et une autonomie financière minimum de fonctionnement.

Enfin, un programme de recherche plus ample sur ce même thème, sera proposé pour répondre à l'appel d'offre du PADCT (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - financement de la Banque mondiale). Soumis en 1985, ce programme sera classé en première priorité pour la région nord-est. Mis en place en 1986 pour deux ans, il sera prorogé jusqu'en 1992 quand il sera pris en relais par le programme actuel.

Développement de l'infrastructure

Outre la remise en état et l'entretien de véhicules de terrain, les crédits obtenus dans le cadre de ce programme auront contribué de manière déterminante à l'entretien et au fonctionnement des laboratoires, de même qu'au renouvellement de matériels. Les laboratoires d'analyse chimique (absorption atomique, fluorescence RX) et les ateliers de préparation des échantillons (concassage, pulvérisation) et de fabrication de lames minces, ont été les bénéficiaires de ces crédits, successifs ou concomitants, cédés par la CNEN, la FINEP (PADCT-Banque mondiale), le CNPq et l'ORSTOM.

Par ailleurs, ce programme a motivé l'élaboration de projets spécifiques d'acquisition de petits équipements permettant l'installation de deux microscopes de recherche avec dispositif photomicrographique, platine universelle et compteur de points automatique, ainsi que d'un spectromètre Gamma portable et plus récemment d'un micro-ordinateur et deux imprimantes.

Le volume total de crédits investis sur le programme, hors rémunération des participants, peut être estimé à environ 300.000 US\$. Les sources de financement se distribuent dans les proportions approximatives suivantes : FINEP-PADCT 57 %, ORSTOM 20 %, CNPq 10 %, SME-SM 10 %, CNEN 3 %.

Il conviendrait d'ajouter, d'une part la contribution en France du financement DBT (180 kF) et, d'autre part, les bourses concédées aux étudiants (CNPq, CAPES, SME-SGM au Brésil et MRT-ORSTOM en France), les apports propres non chiffrés des laboratoires participants (Rennes, Paris, Nancy, Clermont-Ferrand) et du SGM-SME (programme carte thématique), ainsi que des appuis logistiques ponctuels de la CBPM et de la CPRM.

La diversité des sources, bien qu'introduisant une gestion comptable lourde et complexe, a permis, en contrepartie, de conserver une continuité des opérations face aux nombreux aléas de parcours résultant de retards de transfert des crédits (CNPq, FINEP-PADCT), voire de leur blocage, pour des durées variables, au gré des dispositions financières découlant des plans gouvernementaux successifs de freinage de l'inflation et de redressement économique.

PRINCIPALES ACTIVITÉS LIÉES A LA RÉALISATION DU PROGRAMME

Principaux thèmes

Le thème global « **Granitoïdes de Bahia : géologie et métallogénie** » (Convention FINEP-PADCT) se subdivise en deux branches opérationnelles : « **Géodynamique et Potentiel métallifère des granitoïdes de Bahia** » (Conv. ORSTOM/CNPq/UFBA et « **Carte thématique : granitogénèse dans l'Etat de Bahia** » (Conv. SME-SGM/UFBA) et donnera lieu à deux opérations INSU-CNRS.

Après une période [1983-1984] de reconnaissance générale des ensembles plutoniques, les études sont ciblées sur les régions correspondant aux ceintures de Contendas-Mirante ; de Jacobina ; de l'Itapirucu et sur quelques appareils plutoniques isolés pour établir le lien entre les différentes régions. Cette sélection a pour objectif la mise en évidence des processus géodynamiques à la limite de l'Archéen et du Protérozoïque. En effet, le Craton du São Francisco (CSF) juxtapose dans sa zone axiale deux ensembles crustaux archéens distincts, soudés par des ceintures volcano-sédimentaires édifiées au Protérozoïque inférieur et dont l'évolution se rapporte à des mécanismes qui peuvent s'exprimer en termes d'accrétion et de collision continentale. Il offre donc une des rares opportunités de repérer, dans le Précambrien, des mécanismes de subduction intra-continentale de type himalayen que l'on commence alors à bien connaître dans les édifices modernes. Par ailleurs, le CSF possède une histoire précambrienne non dissociable de celle des cratons africains. Il offre en outre des conditions d'observations particulièrement favorables dans des terrains maintenant datés de 3,4-2,7 et 2 Ga (milliards d'années) et présente des caractères propres originaux qui conduisent à considérer les mécanismes de sa genèse comme un élément indispensable à la compréhension de la formation et de l'évolution de la croûte continentale précambrienne à l'échelle du globe. Les granitoïdes sont les meilleurs marqueurs de cette histoire.

Approche méthodologique

L'approche méthodologique a conduit à effectuer :

- l'identification des ensembles plutoniques, l'analyse des structures internes des corps, leurs relations mécaniques et thermiques avec l'encaissant, visant la définition des mécanismes d'intrusion ; la dynamique de mise en place et l'environnement géotectonique. La cartographie constitue le support d'éventuelles études prospectives et la reconstitution de la géométrie interne des corps, et donc l'estimation du niveau d'érosion, déterminent les contraintes majeures des potentiels métallifères ;
- la typologie des roches et des associations magmatiques comme expression de la zonation temporelle et spatiale, l'étude géochimique et isotopique visant à la définition des sources (contributions mantelliques et crustales) et des mécanismes pétrogénétiques impliqués ;
- l'analyse des transformations deutériques, pour la caractérisation des minéralisations directement ou indirectement associées ; la détermination, entre autres éléments, de l'uranium et du thorium (spectrométrie gamma), en vue de l'évaluation qualitative des potentiels métallifères (uranifère en particulier).

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Pratiquement toutes les opérations engagées sont actuellement conclues et seraient longues à énumérer. On n'en retiendra que les principaux résultats :

- un alignement méridien de près de 600 km de long jalonné par une guirlande d'intrusions de granites peralumineux transamazoniens (1,9 Ga) est mis en évidence et correspond à une

structure de chevauchement crustal résultant de la collision entre les segments continentaux archéens de Jequié et du Gavião. Les granites sont pétrographiquement et chimiquement très comparables à ceux de la ceinture himalayenne ou de la ceinture varisque européenne.

- plusieurs appareils plutoniques de cette grande structure sont étudiés en détail : ceux du rio Caveira, de Riacho das Pedras et de Gameleira dans la ceinture Contendas Mirante, ceux de Campo Formoso, Carnaíba, Jaguarari et Flamengo dans la ceinture Jacobina, ceux enfin d'Itaberaba et Pedra d'Água au contact des deux blocs crustaux, dans l'intervalle dépourvu de formations supracrustales entre les deux ceintures.
- les déterminations isotopiques permettent de placer des contraintes sur la fourchette des âges de l'évolution tectonique ainsi que les sources des magmas peralumineux.
- il est possible de délimiter une province uranifère potentielle en relation avec plusieurs de ces intrusions, de même qu'une province à Be, Mo et W. Les minéralisations de cette dernière résultent des processus métasomatiques par l'action des fluides tardi-granitiques dans un encaissant ultramafique chromifère.
- les écaïlles de socle, rapportées au bloc du Gavião, et imbriquées dans la ceinture Contendas-Mirante, permettent d'identifier des associations de Tonalite-Trondhjemite-Granodiorite (TTG). Celles-ci sont les témoins de la plus vieille croûte continentale connue en Amérique du Sud et sont datées par Rb-Sr et sur monozircons à 3,4 et 3,1 Ga. Le comportement des éléments en traces et les contraintes isotopiques permettent de proposer un modèle quantifié d'évolution pétrogénétique.
- dans le greenstone belt du Rio Itapicuru, et son arrière pays, des associations plutoniques orogéniques sont mises en évidence avec une double polarité temporelle et compositionnelle. La fin de l'orogénèse est datée de 2,0 Ga.
- le batholite alcalin linéaire d'Itiuba de près de 120 km de long représente une chambre magmatique rassemblant des orthocumulats feldspathiques. Sa mise en place est liée à une dynamique de décrochement horizontal intra-continentale. Celle-ci compense le raccourcissement E-W qui accompagne le régime de compression du « greenstone » belt et précède les processus de chevauchement crustal de l'axe Contendas-Jacobina.

L'ensemble des résultats obtenus **permet de proposer un modèle géodynamique cohérent pour l'évolution transamazonienne du craton du São Francisco** qui rend compte des importantes données structurales, pétrogénétiques et chronologiques actuellement contrôlées. Les principaux produits sont :

- le levé thématique « **Granitogénèse de l'Etat de la Bahia** » présenté sous la forme d'une première feuille à 1/250 000 (Vitória da Conquista, SME-SGM, Bahia, 1988). La carte en couleur correspondante, dont la maquette a été présentée à l'ISGAM, en 1987, constitue alors une première mondiale pour sa conception et pour sa représentation des contraintes déterminantes (nomenclature QAP, nature des associations plutoniques, structure internes magmatiques et déformations ductiles superposées, chronologie isotopique, taux de fusion partielle des migmatites, etc.) dans l'analyse des domaines granitiques profonds ;
- le levé géologique de 4 feuilles à 1/100 000 : Pintada (1991) ; Mundo Novo (1991), Gavião (1992) et Serrinha (1992). La participation au « Programa de Levantamento Geológico Básico » (PLGB) de la CPRM s'est exprimée à niveau de consultant pour tout ce qui concerne la cartographie des terrains granitoïdes, la structure, la cinématique et l'évolution géodynamique ;
- la réalisation à Salvador du **symposium international sur les Granites et leurs minéralisations associées** (ISGAM, Salvador, 1987), ainsi que l'édition d'un volume de 298

pages d'**Extended Abstracts** et d'un volume **Excursion Guide** de 150 pages, parus lors de la réunion. En outre, un volume de 340 pages, réunissant 31 articles sélectionnés de la réunion, est publié la même année en co-édition SBG/SGM/ORSTOM, constituant le numéro 17 de la Revista Brasileira de Geociências ;

- la présentation d'une synthèse sur les granitoïdes du craton du São Francisco à la rencontre préparatoire du II^e symposium sur le Craton du São Francisco (Salvador, 1992).
- la réalisation (1992) à Salvador, et dans les régions de Jequié et Contendas-Mirante, d'un **Field Workshop**, à la demande de l'UNESCO, IGCP n° 280 « **The oldest rocks on earth** », avec édition parrainée par la CBPM d'un volume de 120 pages regroupant et discutant la totalité des données acquises par l'équipe sur les terrains archéens et la transition Archéen/Protérozoïque.
- la réalisation, programmée pour 1994, d'un symposium destiné à présenter la synthèse des connaissances acquises sur les terrains granitiques de Bahia et leur importance pour la contrainte de l'évolution géodynamique précoce du Craton du São Francisco (parrainage SME, Bahia et ORSTOM).

LA FORMATION À LA RECHERCHE. L'ANIMATION

Formation au niveau de mestrado

Une des premières et principales finalités de la mission de l'ORSTOM au Brésil a été la formation à la recherche par la recherche, donc de promouvoir des programmes avec les partenaires et d'assurer la formation de jeunes chercheurs brésiliens et également français, au détour des échanges. Cette formation s'est développée à l'UFBA dans le cadre de la post-graduation comme il a été signalé plus haut, elle est sanctionnée par une titulation à niveau de mestrado comprenant, outre les exigences de crédits théoriques et pratiques (généralement acquis durant deux semestres d'enseignements), la réalisation d'une monographie synthétisant trois semestres (parfois plus) exclusivement dédiés à des travaux sur un thème de recherche bien défini. Pour tous les élèves envoyés en France afin de préparer un doctorat, le niveau acquis a été reconnu par une équivalence « mestrado » - DEA (univ. Paris IV, univ. Paris-Sud, univ. Clermont Ferrand et univ. Rennes). Il convient cependant de souligner que la monographie réalisée pour cette titulation est nettement plus consistante et importante que l'exigence homologuée du DEA français.

Formation au niveau de doctorat

Une grande partie des résultats scientifiques ont été obtenus grâce aux travaux accomplis dans le cadre d'un très important effort d'orientation de thèses de mestrado et de doctorat consenti par P. SABATÉ et dont on peut extraire :

- « Etude pétrologique des intrusions de Campo Formoso et Carnaíba et des minéralisations à Be, Mo et W associées ». Monographie de doctorat de **L. RUDOWSKI** (univ. Paris VI, 1989, édition ORSTOM 1990) ;
- « Etude pétrologique du batholite d'Iltiúba ». Monographie de doctorat de **H. CONCEICAO** (univ. Paris-Sud, 1990) ;
- « Etude pétrologique et géochronologique des granitoïdes et de diverses lithologies de l'interface entre le bloc granulitique de Jequié et la ceinture volcano-sédimentaire Contendas-Mirante ». Monographie de doctorat de **M.M. MARINHO** (univ. de Clermont-Ferrand, 1991) ;

- « Etude pétrologique, géochimique et structurale du massif granitique de Jussiape (Bahia, Brésil) : modélisation du développement de l'orientation préférentielle - Application à l'interprétation de la fabrique des roches granitiques ». Monographie de doctorat de **G.V.M. da SILVA** (univ. de Limoges, 1993).
- « Le massif stannifère de Massangana (Rondônia, Brésil) ». Monographie de mestrado de **S.J. ROMANINI** (UFBa, 1984).
- « Les granites du Rio Caveira : pétrologie d'intrusions précambriennes dans le cisaillement axial du complexe Contendas Mirante (Bahia, Brasil) ». Monographie de mestrado de **H. CONCEIÇÃO** (UFBa, 1986).
- « Lithogéochimie des volcanites, volcanoclastites et des méta-sédiments de la Séquence Contendas-Mirante (Bahia, Brésil) ». Monographie de mestrado de **M.Z.A. de SOUZA** (UFBa, 1987).
- « Etude pétrologique des intrusions de Pedra d'Água et Itaberaba et la métallogénie du molybdène associé ». Monographie de mestrado de **P.C. d'A. FERNANDES** (UFBa, 1992).
- « Etude pétrologique du massif de Jaguarari ». Monographie de mestrado de **J.J. CELINO** (UFBa, 1992).
- « Nouvelles méthodes pour l'interprétation des failles de translation marquées par une famille de plans parallèles ». Monographie de mestrado de **C.F.N. MARTINS** (UFBa, 1993).
- « Etude pétrostructurale et pétrotogénèse du massif alcalin de Pê de Serra/Camará ». Monographie de mestrado de **M.A.S. PINTO** (UFBa, 1992).
- Plusieurs autres monographies de mestrado, sur des thèmes non directement liés aux finalités du programme mais convergents et rattachés à celui-ci, ont été réalisées.

Jusqu'en 1992, la préparation au doctorat s'est effectuée dans des Universités françaises, sous la responsabilité d'un professeur du laboratoire correspondant et, dans le cas du programme granites ; sous forme d'une codirection avec le chercheur de l'ORSTOM responsable du Programme.

Ont ainsi été formés :

- **J.S.F. BARBOSA**, 1986, univ. Paris VI, (Pr M. FONTEILLES) ;
- **M.J. CRUZ**, 1989, univ. Paris VI, (Pr M. FONTEILLES) ;
- **L. RUDOWSKI**, 1989, univ. Paris VI, Bourse MRT/ORSTOM, (Pr M. FONTEILLES et suivi ORSTOM : P. SABATÉ et P. SOLER) ;
- **H. CONCEIÇÃO**, 1990, univ. Paris-Sud (Pr B. BONIN, suivi ORSTOM : P. SABATÉ) ;
- **M.M. MARINHO**, 1991, univ. Clermont-Ferrand (Pr Ph. VIDAL, suivi ORSTOM : P. SABATÉ) ;
- **G.V.M. da SILVA**, conclusion prévue 1993, univ. Clermont-Ferrand et Limoges, (Pr A. FERNANDEZ et suivi ORSTOM : P. SABATÉ).

Une thèse est en cours :

- **M.A.S. PINTO**, début 1992, univ. Rennes, (Pr H. MARTIN et suivi ORSTOM : P. SABATÉ)

La coopération de l'ORSTOM a contribué directement à la réalisation de deux autres thèses sur des programmes distincts :

- **R.M. BARBOSA**, 1992, univ. São Paulo et Poitiers, (Prs A. MELFI et J. DECARREAU, suivi ORSTOM : J.-J. TRESCASES et J. PARISOT) ;
- **A.F.S. QUEIROZ**, 1992, univ. Strasbourg (Pr J. LUCAS et suivi ORSTOM C. MARIUS).

A partir de 1992-1993, l'agrégation, au Département de géologie et géophysique de l'UFBa d'une masse critique suffisante, d'enseignants/chercheurs pourvus d'un curriculum de

production scientifique compatible avec les normes exigées par le ministère de l'Education, a permis l'ouverture d'un cycle de formation au doctorat. Toutefois cette préparation s'effectuera, dans toute la mesure du possible, avec des accueils en France pour des stages de courte ou moyenne durée (3 à 9 mois).

Élargissement de la formation spécialisée :

P. SABATÉ a assuré dans la post-graduation de géochimie les cours suivants :

- géochimie fondamentale avec développement important de la thermodynamique des systèmes silicatés ;
- pétrologie-géochimie des roches magmatiques ;
- interprétation des registres de télédétection.

Dans le cadre du programme de recherche sur les granites, en élaborant et soumettant des projets annexes au PADCT (Banque mondiale), au secrétariat des Mines de l'Etat de Bahia, l'équipe du projet a obtenu divers financements pour amener à Salvador plusieurs spécialistes de l'extérieur à participer à un programme d'enseignement de haut niveau (cours intensifs de 30 heures, sur deux semaines, suivis de travaux sur le terrain), sur les cibles de recherches. Une traduction semi-simultanée fidèle, nécessaire pour une parfaite assimilation des participants, a été assurée par P. SABATÉ. Grâce aux conventions PADCT-CAPE/UFBA, SME-SGM/UFBA et UFBA a ainsi pu bénéficier, de 1984 à 1987, des enseignements de J. LAMEYRE (UPMC, Paris), B. BONIN (UPS, Orsay), P. LE FORT (CRPG-CNRS, Nancy), C. HAWKESWORTH (univ. Milton Keynes, GB), Ph. VIDAL (CNRS, Clermont), A. FERNANDEZ (UBP, Clermont), ainsi que de ceux des spécialistes brésiliens A.N. SIAL (UFPE, Recife), E.F. JARDIM de SA (UFRN, Natal), H. PENHA (UFRJ, Rio) et J.R. TORQUATO (UFCE, Fortaleza), de même que de nombreuses conférences de collègues brésiliens et français.

Durant l'année 1987, consacrée à l'organisation de l'ISGAM et des éditions qui s'y rapportaient, le chercheur français s'est limité aux enseignements dispensés par l'équipe de Salvador mais, de 1988 à 1991, le cycle de cours additionnels (avec stage de terrain) et de conférences a été établi. La programmation comportait les cours suivants :

- P. SABATÉ (ORSTOM et UFBA, Salvador) - Introduction à la Pétrologie structurale ;
- A.N. FERNANDEZ (univ. Clermont) - Pétrologie structurale approfondie des roches magmatiques ;
- M. CUNEY (CREGU-CNRS Nancy) - Métallogénèse uranium, thorium, étain... et pétrogénèse des granitoïdes ;
- H. MARTIN (univ. Rennes et CAESS-CNRS) - Méthodes géochimiques d'étude des socles archéens ;
- B. BONIN (univ. Paris-Sud) - Géochimie des granitoïdes et signature géotectonique,
- ainsi que des conférences de Ph. VIDAL (CNRS, Clermont), M.C. VACHETTE (CNRS, Clermont), J.M.L. BERTRAND (CRPG-CNRS, Nancy), R. CABY (CGG-CNRS, Montpellier) et P. LEDRU (BRGM, Orléans).

D'autres conférences en rapport avec les autres programmes de recherche de l'Institut de géosciences ont également bénéficié de la traduction simultanée de P. SABATÉ, comme par exemple celles de P. TRUDEL (univ. Québec) de J. LUCAS (univ. Strasbourg) ou de C. MARIUS (ORSTOM, Strasbourg), etc.

Ce principe de transfert des connaissances est maintenu dans le cadre du programme développé actuellement. Il a donné lieu, dès la fin de 1992, au cours de P. LEDRU : « Analyse structurale et tectonique des niveaux crustaux profonds » ; et à une conférence de J.-P. MILESI sur le contexte géodynamique des minéralisations aurifères d'Afrique de l'Ouest et d'Amérique

du Sud. Une programmation pour 1993 est mise sur pied et permettra la venue d'H. MARTIN (univ. et CAESS-CNRS, Rennes). La mise en place de financements est en pourparlers, notamment pour l'organisation d'un atelier Formation-Recherche, à réaliser presque entièrement sur le terrain sur le thème « **Minéralisations, déformations et Hydrothermalisme : les processus et leurs marqueurs** » ayant pour objectif le contrôle structural des gisements (avec application aux gisements d'or de Fazenda Brasileiro, Maria Preta et Jacobina). Le cours sera animé par P. LEDRU, J.-P. MILESI (BRGM) et P. SABATÉ (ORSTOM).

Programme d'initiation à la recherche

Le CNPq offre aux étudiants de graduation des bourses d'initiation à la recherche. Ce recours permet au chercheur la possibilité de sélectionner et de rattacher à ses programmes de jeunes étudiants intéressés par les activités de recherche. Le programme Granite a ainsi formé une dizaine d'étudiants dont la moitié environ a suivi par la suite une post-graduation dans l'équipe ORSTOM-UFBA. L'un d'eux est actuellement en préparation de doctorat.

Travaux de consultant, cours et séminaires à l'extérieur

Outre l'animation de la recherche et les activités d'enseignement dispensés à l'UFBA, il existe une demande pressante de participation à titre de consultant, aux programmes des entreprises publiques.

C'est ainsi, par exemple, que le chercheur français a contribué à des opérations du DNPM (Piripá, Serra do Afonso), au programme de levé géologique de la CPRM (Projet Gavião-Serrinha) ou qu'il participe actuellement au projet Lajedinho-Ipirá (CBPM), etc.

Cette activité bénévole de la part du chercheur ORSTOM est compensée par un appui logistique des entreprises aux travaux des étudiants.

Par ailleurs, des cours et séminaires sont dispensés hors du cadre de l'UFBA, à la demande d'autres universités (exemple : UFMT, Cuiabá ou encore UFPE, Recife) ou des entreprises publiques (exemple : CPRM Recife, CPRM Salvador, CBPM Salvador).

Les programmes institutionnels d'acquisition d'équipements de haut port

P. SABATÉ a participé activement à l'élaboration de projets visant à l'obtention des fonds nécessaires à l'acquisition d'équipements onéreux. A cet effet, la qualité de la productivité de nos programmes de recherche, leur importance pour le développement, ont constitué les meilleurs arguments justificatifs pour l'obtention de ces équipements.

Ainsi, à la faveur des appels d'offre du PADCT (Banque Mondiale) en particulier, l'Institut de géosciences de l'UFBA a pu se doter, au cours de ces dernières années d'un ensemble d'équipements qui le placent au tout premier plan des laboratoires de sciences de la terre du Brésil. Ont été acquis :

- une microsonde électronique française (CAMECA SX 50) et équipement satellites programmes PADCT 1987, 89 et 90, installation 1991 ;
- un véhicule supplémentaire de terrain - PADCT 1990, réception 1992 ;
- l'amplification de l'équipement informatique - PADCT 1990, installation en cours ;
- la complémentation de l'équipement microsonde - PADCT 1992 accepté ;
- l'installation d'une ICP - PADCT 1992 accepté.

Le volume des crédits impliqués dépasse 1.600.000 US\$.

Enfin la construction d'une aile de bâtiment et son équipement, destinée à abriter le **Centre de recherche géologiques et géophysiques**, est déjà approuvée et son financement libéré, est en phase d'attribution du marché. L'exécution est prévue pour 1994.

LE PROGRAMME ACTUEL DE RECHERCHE

Le thème et les justificatifs scientifiques

Intitulé « **Géodynamique précoce du craton du São Francisco** », ce projet représente la réorientation du programme antérieur sur les granites précambriens de Bahia. Il constitue un sous-programme du grand projet de recherche intégrée soumis pour un financement de la Banque mondiale (appel d'offres de 1990 pour l'acquisition des équipements et appel d'offre de 1992 pour l'obtention de crédits de recherche) sur le thème « **Evolution géotectonique du craton du São Francisco dans l'État de Bahia : contrôles structuraux, pétrogénétiques et implications métallogéniques** ».

En raison de la classification de ce projet, en position d'excellence entre tous les laboratoires concurrents, la totalité des crédits sollicités (plus de 200.000 US\$) a été concédée, pour une période de deux ans.

Les résultats obtenus par le programme sur les granitoïdes mettent en évidence les contraintes structurales, cinématiques, chronologiques et pétrogénétiques qui conduisent à un modèle d'évolution géodynamique qu'il convient de tester par des approches analogues sur l'ensemble des ceintures concernées, ainsi que par de nouvelles approches. Trois volets, qui convergent vers la même finalité, sont abordés simultanément : (1) la pétrogénèse des associations TTG archéennes vise à caractériser la signature géochimique de la plus vieille croûte continentale du Brésil afin de mettre en évidence les processus de recyclage par la voie magmatique et de contraindre les paramètres qui les contrôlent ; (2) l'évolution des domaines granulitiques a pour objet d'identifier la nature des protolithes, de déterminer les âges de leur mise en place et de leur transformation, dans le but de distinguer l'expression de la tectogénèse archéenne sous l'empreinte de l'événement tectono-métamorphique transamazonien ; (3) la comparaison avec le craton du Congo-Gabon et le craton guyanais s'impose par la similitude des évolutions géodynamiques proposées de part et d'autre par des travaux indépendants, elle vise à mettre en évidence les structures actives au Protérozoïque inférieur, à l'échelle globale, et à localiser les limites géotectoniques correspondantes qui représentent des zones primordiales de concentrations minérales précoces. Les études structurales correspondantes seront associées à des études géophysiques en collaboration avec le PPPG-UFBA ; la participation de l'Unité de recherches 1E de l'ORSTOM est également attendue.

Opérations et équipes

Le thème « **Evolution précoce du craton du São Francisco** » est distribué en cinq opérations, avec inter-participation des chercheurs :

■ Opération 1 : La croûte continentale archéenne

- Responsables : J.S.F. BARBOSA (UFBA) et P. SABATÉ (ORSTOM) ;
- Principaux chercheurs associés : C. ALIBERT (CRPG, NANCY), H. CONCEIÇÃO, (UFBA) ; J.J. CUNHA (CBPM), M.M. MARINHO (CBPM), H. MARTIN (univ. RENNES), Ph. VIDAL (CNRS, Clermont) ;
- Etudiants rattachés : M.A. SANTOS-PINTO (prép. doctorat, univ. Rennes et 4 étudiants de mestrado (UFBA).

■ Opération 2 : Structure profonde et tectogénèse au Protérozoïque inférieur du linéament Jacobina-Contendas : corrélations Afrique/Brésil

- Responsable : P. SABATÉ (ORSTOM) ;
- Principaux chercheurs associés : J.S.F. BARBOSA (UFBA), M.A.B. BOTELHO (UFBA), R. CAMPELO (CPRM), P. LEDRU (BRGM), J.-P. MILES (BRGM), E. SAMPAIO (UFBA) ;

- Etudiants rattachés : 1 étudiant français (prép. doctorat, univ. Montpellier) et 3 étudiants de mestrado (UFBa).
- **Opération 3 : Evolution du Greenstone Belt de l'Itapicuru**
 - Responsable : M.G. da SILVA (UFBa) ;
 - Principaux chercheurs associés : M.M. MARINHO (CBPM), M. FAURE (univ. Orléans), P. SABATÉ (ORSTOM), Ph. VIDAL (CNRS, Clermont-Ferrand).
 - Etudiants rattachés : 3 étudiants de mestrado (UFBa).
- **Opération 4 : Pétrogenèse du plutonisme alcalin**
 - Responsable : H. CONCEICAO (UFBa)
 - Principaux chercheurs associés : J.S.F. BARBOSA (UFBa), B. BONIN (univ. Paris-Sud), L.C.C. GOMES (ETFBA), M.J. MOREIRA (CPRM), P. SABATÉ (ORSTOM), Ph. VIDAL (CNRS, Clermont-Ferrand) ;
 - Etudiants rattachés : 3 étudiants de mestrado (UFBa).
- **Opération 5 : Pétrogénèse et métallogénèse des corps mafiques et ultramafiques**
 - Responsable : J.F. da S. SA (UFBa) ;
 - Principaux chercheurs associés : S. BLAIS (univ. Rennes) et M.G.da SILVA (UFBa) ;
 - Etudiants rattachés : étudiants de mestrado (UFBa)

Des thèmes de thèse de doctorat seront proposés, en rapport avec ces opérations, lors de la sélection des candidats au doctorat, dans les années qui viennent.

Les activités greffées

En relation directe avec ces opérations de recherche, l'équipe élargie (comprenant également des chercheurs de l'Institut rattachés au thème des couvertures de plateformes protérozoïques et au thème de l'évolution récente du CSF) réalise un programme de cartographie, sous l'égide du secrétariat des Mines (Conv. SME/UFBa) dans le but d'éditer, dès 1994 :

- la carte géologique à 1/1 000 000 de l'Etat de la Bahia, 2^e édition entièrement révisée ;
- la carte des granitoïdes, tectonique et géochronologique à 1/1 000 000 de l'Etat de la Bahia.

Le chercheur français participe en outre, dans le cadre du programme PADCT de l'université fédérale de Pernambuco (UFPE, Recife - A.N. SIAL, resp.), à la réalisation de la carte des granites du Nordeste brésilien.

PERSPECTIVES

L'Institut de géosciences de l'UFBa, et en particulier son programme de post-graduation de géologie et de géophysique, bénéficie d'un certain nombre d'atouts d'ordre :

- **géographique**, puisqu'il dispose d'un arrière-pays, doté d'un potentiel minier et énergétique accessible, certainement l'un des plus importants du Brésil, et que la qualité des expositions est telle que les solutions aux problèmes géologiques du Précambrien ancien seront apportées sur ce territoire et non en Afrique ou dans les régions amazoniennes de l'Amérique du Sud ;
- **institutionnel**, puisqu'il est à la tête d'un patrimoine instrumental et humain parmi les meilleurs, pour ne pas dire le meilleur, du Brésil ;
- **environnemental**, puisqu'il a su créer des relations étroites et pérennes avec les organismes publics attachés aux sciences de la terre, lesquels ont soutenu et continuent de soutenir, fait peu courant au Brésil, la recherche fondamentale en appui à leurs propres programmes.

Rappelons que la Bahia est le premier Etat à avoir réalisé la carte géologique de son territoire (et de celui de son voisin, Sergipe) et que fort peu d'Etats (3 ou 4) peuvent s'orgueillir de disposer d'un document de cette qualité ;

- **de relations internationales**, puisqu'à la faveur des programmes de recherche qu'il a développés, notamment en coopération avec l'ORSTOM, il a tissé un large réseau de collaborations, extrêmement diversifié et pleinement actif.

Il se trouve donc en position de **leader** au Brésil (le dernier congrès de géologie de São Paulo a montré qu'il était nettement à la tête des institutions universitaires en termes de production scientifique) et produit une recherche au niveau de celle des pays développés, grâce à ce cadre privilégié. Ceci donne le plein sens à la mission de développement en coopération de l'ORSTOM.

Il inaugure avec prudence un cours de préparation au doctorat en géologie (le premier du Nordeste) et a besoin de tout l'appui de ses partenaires habituels et des soutiens financiers à sa recherche. Le programme du PADCT assurera les deux prochaines années et certainement une période complémentaire mais il est nécessaire d'ores et déjà de prévoir les développements, en particulier dans les disciplines qui seront au premier plan de la demande dans un avenir imminent.

BILAN ET RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC L'INSTITUT DE GÉOSCIENCES DE L'UFBa

Il ne sera question ici que de l'importante action de P. SABATÉ de 1978 à ce jour et de celles, moins longues mais fécondes de André NOVIKOFF et Gaston GIULIANI.

Commencés avec André NOVIKOFF en 1974, le cours de géochimie de surface et les recherches sur la concentration supergène de métaux utiles sont ensuite orientés pour des raisons économiques conjoncturelles régionales vers un programme à finalité pétrogénétique des roches profondes mené à un rythme soutenu depuis près de quinze années par P. SABATÉ.

La jeune équipe de deux chercheurs (P. SABATÉ et I. Mc REATH) et trois étudiants au départ réunira jusqu'à une quinzaine de participants au fur et à mesure du déroulement des opérations.

L'exécution de ce programme aura permis :

- le recrutement à l'ORSTOM de Gaston GIULIANI, pour développer le volet de métallogénie associée aux granites (période 1986-1988) ;
- l'agrégation de nombreux professeurs et chercheurs et de laboratoires français (H. MARTIN, Univ. Rennes ; Ph. VIDAL, CNRS Clermont-Férand ; M. CUNEY, CREGU Nancy ; B. BONIN, univ. Paris Sud) dans le cadre d'une opération soutenue par le programme « **Dynamique et Bilan de la terre** » (INSU-CNRS), thème 5 : Croissance des Continents (1989-1990) et Dynamique globale (1991-1992) ;
- la formation de jeunes chercheurs, français et brésiliens (23 thèses de mestrado et de doctorat auront été encadrées par P. SABATÉ entre 1978 et 1992, sans compter celles orientées par A. NOVIKOFF) ;
- l'obtention de crédits de recherche et d'achats de matériel d'analyses les plus modernes (microsondes électroniques) ;
- le recyclage de géologues professionnels de diverses entreprises publiques (CPRM, DNPM, CBPM).

Une opération de coopération exemplaire

Parmi les jeunes chercheurs formés par le programme de géochimie-géologie, six appartiennent maintenant au corps enseignant de l'UFBA à temps complet et deux à temps partiel, un autre a été recruté à l'université d'Etat de Feira de Santana (Bahia). Un couple fait maintenant partie du corps enseignant de l'université de Cuiabá (Mato Grosso) et s'est éloigné de nos programmes pour préparer un doctorat à l'université de São Paulo. Plusieurs ont été assimilés par les organismes publics de géologie (CPRM, CBPM, DNPM) et tous les autres ont trouvé un emploi dans le privé très rapidement.

La participation des chercheurs de l'ORSTOM aux enseignements de base du cours de post-graduation **a été déterminante** pour la propre existence et le développement du cours mis en place par le Département de géochimie. Cette participation importante s'est poursuivie pendant de nombreuses années, progressivement relayée au fur et à mesure du passage des jeunes chercheurs brésiliens dans le corps enseignant. Outre divers cours implantés par l'équipe de pédologie, l'ORSTOM a assuré, jusque dans la décennie de 80, les cours curriculaires de géochimie de la surface, de minéralogie des argiles (A. NOVIKOFF), de géochimie fondamentale et de géochimie-pétrologie des roches magmatiques (P. SABATÉ).

Avec la formalisation de l'accord cadre CNPq/ORSTOM en 1981, la participation des chercheurs ORSTOM aux enseignements s'est peu à peu restreinte à ceux plus spécifiquement nécessaires à la formation spécialisée des jeunes chercheurs, dans le cadre des programmes développés en coopération, sous la forme de cours et séminaires intensifs distribués sur de courtes périodes, ou encore sous la forme de conférences. Ces enseignements, destinés à compléter la formation curriculaire de la post-graduation en géochimie-géologie, s'ouvrent également aux géologues des entreprises publiques, ou privées, qui les suivent assidûment (SGM-SME, CBPM, CPRM, etc.).

La coopération avec l'UFBA a joué un très grand rôle pour l'audience de l'ORSTOM au Brésil. Le bilan de cette coopération dans les domaines de la pédologie, de la géochimie et de la géologie, menée durant près de 18 ans, et qui se poursuit aujourd'hui pour ce qui concerne la Géologie, est, de l'aveu même de nos partenaires, hautement positive et constitue **une exemplaire opération de formation à la recherche par la recherche et l'enseignement dont chacune des parties peut être légitimement fière.**

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- SABATÉ, P. ; MARINHO, M.M. 1982. Chemical affinities of low-grade metamorphic formations of the Continental-Mirante proterozoic complex (Bahia, Brazil). In: Proceedings of the Intern. Symp. on Archaean and Early Proterozoic Geologic Evolution and Metallogenesis. *Rev. Bras. Geoc.*, 12 (1-3) : 392-402.
- MARINHO, M.M. ; SABATÉ, P. 1982. The Contendas-Mirante vulcanosedimentary sequence and its granitic-migmatitic basement. In : Proceedings Intern. Symp. Archaean and Early Proterozoic Geologic Evolution and Metallogenesis. S.M.E., Bahia, Salvador, pp. 139-184.
- McREATH, I. ; SABATÉ, P. 1987. Granitoides of the Bahia State : A review. Proceedings of the International Symposium on Granites and Associated Mineralizations. *Rev. Bras. Geoc.*, 17 (4) : 404-414.

- McREATH, I. ; SABATÉ, P. ; SIAL, A.N. (Editors). 1987. International Symposium on Granites and Associated Mineralizations, Extended Abstracts Volume. SGM-SME/Bahia, Salvador, Brazil, 299 p.
- McREATH, I. ; SABATÉ, P. ; SIAL, A.N. (Editors). 1987. International Symposium on Granites and Associated Mineralizations, Excursions Guide Volume. SGM-SME/Bahia, Salvador, Brazil, 299 p.
- McREATH, I. ; SABATÉ, P. ; SIAL, A.N. ; CARNEIRO, C.D.R. ; BISTRICHI, C.A. (Editors). 1987. Proceedings of the International Symposium on Granites and Associated Mineralizations. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, 17(4), p. I-XVII and 349-689.
- RUDOWSKI, L. ; GIULIANI, G. ; SABATÉ, P. 1987. Les phlogopitites à émeraudes au voisinage des granites de Campo Formoso et Carnaíba (Bahia-Brésil) : un exemple de minéralisations à Be, Mo et W dans des ultrabasites métasomatisées. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 304, Sér. II, 18 : 1129-1134, 2 pl. h.t.
- RUDOWSKI, L. ; GIULIANI, G. ; SABATÉ, P. 1987. The proterozoic massifs of Campo Formoso and Carnaíba (Bahia-Brazil) and their associated mineralizations. *In* : Intern. Symp. on Granites and Associated Mineralizations. SGM-SME/Bahia, Salvador, Brazil, Extended Abstracts Volume, pp. 253-257.
- SABATÉ, P. ; GOMES, L.C.C. ; ANJOS, J.A.A. ; MASCARENHAS, J.F. 1987. Thematic map on granitogenesis of Bahia - Vitória da Conquista sheet, 1/250 000. *In* : Intern. Symp. on Granites and Associated Mineralizations. SGM-SME/Bahia, Salvador, Brazil, Extended Abstracts Volume, pp. 89-90.
- CUNEY, M. ; SABATÉ, P. 1989. The 2 Ga. peraluminous magmatism of the Jacobina Contendas-Mirante belts (Bahia-Brazil) : Geochemistry and Metallogenic Potential. XIII Intern. Geoch. Exploration Symp., Rio de Janeiro, Abstracts Volume, p. 57.
- TEIXEIRA, J.B.G. ; SABATÉ, P. 1989. Gold mineralizations of northeastern Bahia. *In* : XIII Intern. Geoch. Exploration Symp., Rio de Janeiro, SBGq-CPRM/DNPM, Excursions Guide Volume, pp. 45-78.
- CUNEY, M. ; SABATÉ, P. ; VIDAL, Ph. ; MARINHO, M.M. ; CONCEIÇÃO, H. 1990. The 2-Ga peraluminous magmatism of Jacobina Contendas-Mirante belts (Bahia, Brazil) : major and trace elements geochemistry and metallogenic potential. *In* : P. LE FORT, J.A. PECHER (Editors), Collision Magmatism, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44 : 123-141.
- SABATÉ, P. ; MARINHO, M.M. ; VIDAL, Ph. ; CAEN-VACHETTE, M. 1990. The 2-Ga peraluminous magmatism of the Jacobina Contendas-Mirante belts (Bahia, Brazil) : Geologic and isotopic constraints on the sources. *In* : B.K. NELSON and Ph. VIDAL (Guest-Editors), Development of Continental crust through Geological Time. *Chem. Geol.*, 83 : 325-338.
- CONCEIÇÃO, H. ; SABATÉ, P. ; BONIN, B. 1991. The Itiuba alkaline syenite massif, Bahia State (Brazil) : mineralogical, geochemical and petrological constraints - relation to the genesis of Rapakivi magmatism. *In* : I. HAAPALA and K.C. CONDIE (Editors), Precambrian Granitoids - Petrogenesis and Metallogeny. *Precambrian Res.*, 51 : 283-314.
- MARTIN, H. ; SABATÉ, P. ; PEUCAT, J.J. ; CUNHA, J.C. 1991. Un segment de croûte continentale d'âge Archéen (3,4 milliards d'années) : le massif de Sete Voltas (Bahia, Brésil). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 313, Série II, pp. 531-538.

- SABATÉ, P. 1991. Evolution transamazonienne et structures de collision dans le craton du São Francisco (Bahia, Brésil). In : Evolution crustale au proterozoïque inférieur (Afrique de l'Ouest et Amérique du Sud) Réunion CNRS - TRANSAT 2000, Rennes, 27-28 juin 1991 (Résumé).
- BARBOSA, J.S.F. ; MARINHO, M.M. ; SABATÉ, P. 1992. Modelo geotectônico evolutivo para o embasamento da parte sudeste do craton do São Francisco (Bahia, Brasil). In : 37° Congr. Bras. Geol., São Paulo, vol. I : 170-171.
- MARINHO, M.M. ; SABATÉ, P. ; BARBOSA, J.S.F. 1992. The Contendas-Mirante volcano-sedimentary belt. In : A.J. PEDREIRA (org.) - Petrologic And Geochronologic Evolution of the Oldest Segments of the Sao Francisco Craton, Brazil. IGCP Project 280, Comp. Baiana Pesq. Min. (CBPM), Salvador, chap.III, pp.29-55.
- MARINHO, M.M. ; SABATÉ, P. ; BARBOSA, J.S.F. 1992. The Contendas-Mirante volcano-sedimentary belt. In : A.J. PEDREIRA (org.) - Petrologic and Geochronologic Evolution of the Oldest Segments of the Sao Francisco Craton, Brazil. IGCP Project 280, Comp. Baiana Pesq. Min. (CBPM), Salvador, chap. III, pp. 29-55.
- MARINHO, M.M. ; VIDAL, Ph. ; ALIBERT, C. ; BARBOSA, J.S.F. ; SABATÉ, P. 1992. Geochronology of the Jequié-Itabuna granulitic belt and of the Contendas-Mirante volcano-sedimentary belt. In : A.J. Pedreira (org.) - Petrologic and Geochronologic Evolution of the Oldest Segments of the Sao Francisco Craton, Brazil. IGCP Project 280, Comp. Baiana Pesq. Miner. (CBPM), Salvador, chap. IV, pp. 57-75.
- SABATÉ, P. 1992. Algumas suites granitíoides de cráton do São Francisco e evolução Geotectónica no Proterozóico Inferior (Bahia, Brasil). In : Simpósio Granitíoides Pre-Cambrianos, 37° Congr. Bras. Geol., São Paulo, vol. I, pp. 370-371.
- MARTIN, H. ; SABATÉ, P. ; PEUCAT, J.J.. 1992. Pétrogenèse du socle archéen ancien du massif de Sete Voltas (Brasil). 14° Réun. Sci. Terre, Toulouse, p. 25.
- MARTIN, H. ; ALIBERT, C. ; CUNEY, M. ; MARINHO, M.M. ; PEUCAT, J.J. ; SABATÉ, P. ; VIDAL, P. 1992. 1,5 Ga Record of crustal growth : the Archaean and Lower Proterozoic from the São Francisco craton (Brazil). Réun. Inst. Nation. Sci. Univers, Toulon, France, Abstracts.
- SABATÉ, P. ; BARBOSA, J.S.F. ; MARINHO, M.M. 1992. The São Francisco Craton : a short outline. In : A.J. Pedreira (org.) - Petrologic and Geochronologic evolution of the oldest segments of the São Francisco craton, Brazil. IGCP Project 280, Comp. Baiana Pesqu. Miner. (CBPM), Salvador, chap. I, p. 1-6.
- PINTO, M.A.S. ; SABATÉ, P. 1992. Presença de plutonismo shoshonítico no cinturão Salvador-Curaçá : o complexo Pé de Serra/Camará (Bahia, Brasil). Anais 1º Simp. Region. Bahia-Sergipe. Soc. bras. Geol. e SGM-SME, Bahia, Salvador, pp. 34-37.
- NUTMAN, A.P. ; CORDANI, U.G. ; SABATÉ, P. (sous presse). SHRIMP U-Pb ages of detrital zircons from the Lower-Proterozoic Contendas-Mirante supracrustal belt, São Francisco craton, Brazil. *J. South Amer. Earth Sci.*

GÉOLOGIE-GÉOCHIMIE

PROJET ORSTOM/CNPq

GÉOCHIMIE DES FLUIDES HYDROTHERMAUX ASSOCIÉS À LA GENÈSE DES DÉPÔTS MINÉRAUX DANS LA RÉGION CENTRE-OUEST DU BRÉSIL

Localisation

Département de géosciences de l'université de Brasília
(UnB), Brasília, District fédéral

Chercheur ORSTOM

Gaston GIULIANI

Responsable brésilien

Pr J.O. MARINI, UnB

Durée du projet

1988-1991

HISTORIQUE

De la métallogénie des granitoïdes de la Bahia à ceux des gisements métallifères du Centre-Ouest

Après une année passée à Salvador de Bahia en appui au projet « **Géodynamique des granitoïdes précambriens de l'Etat de Bahia** » mené par Pierre SABATÉ à l'UFBA, Gaston GIULIANI, recruté par concours à l'ORSTOM en 1985 sur un poste de géologue-géochimiste, rejoint Brasília en janvier 1988. Quelques mois auparavant, au cours d'un séminaire réalisé à Salvador il a rencontré M.A. DARDENNE, enseignant à l'UnB et sur sa demande visite les laboratoires, entre en contact avec les professeurs et les étudiants du département de géologie de cette université et propose un projet scientifique qui, monté et examiné, est accepté par les autorités brésiliennes et l'ORSTOM. Le coordinateur brésilien est le Pr J.O. MARINI, chef du Département de géosciences. M.A. DARDENNE fait partie de l'équipe de recherche.

ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

L'or, les émeraudes et l'étain

L'objectif du projet concerne l'étude métallogénique des minéralisations aurifères associées à certains « greenstones-belts » et zones de cisaillement des Etats de Goiás, Bahia et Minas Gerais ; à émeraude liées aux formations précambriennes du Brésil ; stannifères associées aux granites anorogéniques de l'Etat du Goiás.

Les principales occurrences aurifères étudiées sont celles :

- de Santa Rita rattachées au groupe Paranoá (Goiás) qui ont donné lieu à la thèse de mestrado de **G.R. OLIVO** ;
- de la mine d'or de Pontal (Tocantins) objet de la thèse de mestrado de **M.M. SANTOS** ;
- du gisement de Costa Sena (Minas Gerais) étude menée avec L.H. RONCHI, chercheur du CNPq qui permet de préciser les mécanismes de précipitation et de migration de l'or ;
- du gisement aurifère de Luziânia (Goiás), étude réalisée par **S.G. HAGEMANN** de l'université du Wisconsin, U.S.A qui met en évidence la circulation des fluides aqueux et carboniques dans les veines de quartz aurifères et les conditions de précipitation de l'or ;
- de l'or associé au « greenstone-belt » de Guarinos (Goiás) qui a donné lieu à la thèse de mestrado de **G.M. PULZ** et a permis de mettre en évidence, pour la première fois au Brésil, dans une zone de cisaillement, l'existence de complexes aurifères à composition de Bi-Te-S-Au et l'association maldonite Au_2Bi -or natif ;
- de l'or associé au gisement d'Auominas (Goiás) en collaboration avec L.H. RONCHI, étudiant à l'université d'Orléans ; le gisement d'or de Fazenda Brasileira (Bahia), étude qui a permis d'identifier quatre types de fluides et a été réalisée avec **C.E.S. COELHO** du DNPM de Brasília qui a préparé une thèse de doctorat en France.

Les recherches relatives aux minéralisations à émeraude ont fait l'objet de nombreuses publications et ont visé à caractériser les types de gisements rencontrés au Brésil en y abordant les aspects géologiques, géochimiques et métallogéniques. La comparaison de ces gisements avec ceux de la Colombie est en cours au CRPG de Nancy. L'étude des gisements de Colombie s'est déroulée en collaboration avec les compagnies colombiennes ECOMINAS et MINERALCO.

L'étude des minéralisations stannifères des granites de la sous-province de Pirenópolis-Goianésia a permis de définir leur évolution géochimique au niveau des éléments majeurs, traces et des terres rares et a montré l'absence de filiation géochimique avec les granitoïdes de la sous-province Tocantins et Paraná. Les relations avec les gisements d'émeraude associés sont précisées.

PARTENARIAT ET FORMATION

La constante collaboration avec les partenaires universitaires, les services géologiques publiques et les sociétés privées.

Tous les thèmes de recherche précédents ont été réalisés avec des partenaires universitaires (université fédérale de Bahia, Université de Brasília), mais aussi en étroite collaboration avec

les services géologiques du ministère des Mines et de l'Énergie (DNPM et CPRM au Brésil, MINERALCO en Colombie) et/ou des sociétés minières nationales ou privées (DOCEGEO, CVRD, METAGO, RTZ au Brésil, ECOMINAS en Colombie)

De nombreux chercheurs ont été encadrés et formés au cours de leur maîtrise à l'UFBa (P.C.A FERNANDES, soutenance en 1991 ; R. SANTOS, soutenance 1987 ; L. RUDOWSKI, université de Paris VI, 1986) et à l'UNB (O.G. RIBEIRO, 1989 ; M. SANTOS, 1990 ; G.M. PULZ, 1990 ; S.B. KUHN, 1991) et de leur thèse de doctorat (L.H. RONCHI en 1988-89 ; P.T.O. FORTES en 1989-1992 et S. HAGGEMANN en 1988).

Des cours ont été administrés chaque année à l'UNB concernant les inclusions fluides (30 heures), les granitoïdes et les minéralisations associées (30 heures) à l'UNB et un séminaire de 15 heures sur les inclusions fluides à l'université de Natal en 1989. Ces cours ont donné lieu à la rédaction de textes didactiques photocopiés et distribués. Le chercheur français a également été responsable du laboratoire d'inclusions fluides de l'UnB, a élaboré une collection de référence, a créé des archives et des posters, a participé à des groupes de réflexion (Workshop CNPq/NSF U.S.A en 1990).

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

L'aide à la prospection et à l'exploration minière

Les thèmes développés ont permis de contribuer à la connaissance du cycle géochimique de ces métaux comme par exemple le béryllium, dans les domaines magmatiques, métamorphiques et sédimentaires, mais aussi d'apporter une notable contribution, suivant les cas, au développement minier et aux problèmes pratiques de prospection posés par certains prospects miniers. Les résultats de la recherche ont été principalement utilisés dans la prospection des gisements aurifères de l'État du Goiás ainsi que les occurrences à molybdène de l'État de Bahia et stannifères de l'État du Goiás. Un autre exemple de l'utilisation de la recherche peut être illustré par l'étude des gisements d'émeraude du Brésil et de Colombie. Suite à ces recherches et expertises, un groupe de géologues du DNPM brésilien s'intéresse à l'exploration de ces gisements pour l'extraction du béryllium métal qui est considéré de nos jours comme un métal stratégique.

QUELQUES TITRES PARMI LES PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

RUDOWSKI, L. ; GIULIANI, G. ; SABATÉ P. 1988. Les phlogopites à émeraude au voisinage des granites de Campo Formoso et Carnaíba (Bahia, Brésil) : un exemple de minéralisations protérozoïques à Be, Mo et W dans les ultrabasites métamorphisées. *C.R. Acad. Sci.* ; Paris, T. 304 : 1129-1134.

GIULIANI, G. ; COUTO, P. 1988. Emerald deposits of Brazil and its genetic link with infiltrational metasomatic processes. intern., Conf. on the « Evolution of the Continental Crust », Poços de Caldas, Brazil, *anais*, pp. 234-244.

GIULIANI, G. ; COUTO P. 1988. O metasomatismo de infiltração e sua importância nos depósitos de esmalda do Brazil. VII Congresso Latino-americano de Geologia, Belém, anais, pp. 459-475.

GIULIANI, G. ; SILVA, J.L.H. ; COUTO, P. 1990. origin of emerald deposits of Brazil. *Mineralium Deposita*, V.25, pp. 57-64.

Les minéralisations d'émeraude étudiées appartiennent au dépôt classique des schistes à biotites formés par la réaction des veines de pegmatites dans les roches ultrabasiques. La formation des émeraude est attribuée à des processus d'infiltration métasomatique provoquant une métasomatose potassique K des roches ultrabasiques et la déssilification des pegmatites. Une nouvelle classification fondée sur la géologie du dépôt, les traits structuraux et les paragenèses du gisement est proposée.

GIULIANI, G. ; RODRIGUEZ, C.T. ; RUEDA, F. 1990. Les gisements d'émeraude de la Cordillère orientale de la Colombie : nouvelles données métallogéniques. *Mineralium Deposita*, V. 25, pp. 105-111.

La formation des émeraude nécessite, dans tous les cas, la circulation de fluides pegmatitiques acides porteurs de Be, enrichis également en F, B, Cl et CO₂ dans des chenaux développés dans des roches ultrabasiques riches en Fe, V et Cr. Cependant, l'importance de la minéralisation en émeraude dépendra de plusieurs facteurs : contact fluide-roche, épaisseur des corps ultrabasiques, temps de circulation du système hydrothermal et évolution thermodynamique des phases fluides associées (« boiling », processus de dilution, chute de pression) qui pourront altérer la stabilité des complexes Be-métal, provoquant la précipitation de la minéralisation.

GIULIANI, G. ; FORTES, P.T.F.O. ; OLIVO, G.R. ; RONCHI, L.H. ; SANTOS, M.M. ; MARINI, O.J. 1991. Contrasting Archean-Proterozoic-hosted gold deposit types and associated gold-bearing fluids. In: Source, transport and deposits of Metals, pagel & leroy (eds), Balkema, Rotterdam, pp. 665-668.

L'étude des fluides de quatre gisements brésiliens d'or inclus dans des roches-mères datant de l'Archéen montre que leur composition différente est significative des conditions physico-chimiques contrastées qui ont prévalu au mament du dépôt aurifère.

GÉOLOGIE-PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

GÉOCHIMIE DES COUVERTURES LATÉRITIQUES ET MINÉRALISATIONS ASSOCIÉES

Localisation

Institut de Géosciences et Institut d'astronomie de géophysique (IG et IAG).
université de São Paulo (USP)

Responsable français du projet

Bruno BOULANGE, géologue (1988-1989), puis Yves LUCAS, pédologue

Responsable brésilien

Adolpho José MELFI, directeur IAG, géologue, coordinateur du projet

Équipe française du projet à temps complet

Bruno BOULANGE, géologue (1987-1988) ; Yves LUCAS, pédologue (1989-1993) ;
Armand BOUJO, chercheur CNRS détaché, géologue (1989-1991) ; René BOULET,
pédologue (à partir de 1990) ; Roland TROMPETTE, chercheur CNRS détaché,
géologue (à partir de 1990) ; Yves TARDY, professeur de géologie
de l'université de Strasbourg, en poste d'accueil ORSTOM (arrivé en 1991) ;
Blandine CLOZEL (1988), Estève BOILEAU, (1989-1990) ; allocataires d'études ORSTOM,
géologues ; Loïc TRAVERSE, géologue (1992-1993)

Équipe française à temps partiel et en mission

Armand CHAUVEL, pédologue en poste à Manaus, Jean-Pierre MULLER, pédologue ;
François SOUBIÈS, géologue ; F. COLIN, géologue

Équipe brésilienne (liste non exhaustive)

U. CORDANI, IG/USP ; I. KARMANN, IG/USP ; M. EGIDIO, IG/USP ;
M.C.T. GROKE, IG/USP ; Adison CARVALHO, professeur IG-USP, géologue ;
J.B. SIGOLO, géologue, chercheur USP ; C.A.C. VARAJAO, UFOP ; A.F. VARAJAO, UFOP ;
E. BOMFIM, IAG-USP ; Maria T. NOBREGA, USP-ABPC ; J.J. OLIVEIRA, IG-UFBA ;
Silvia NICOLA, IAG-EMBRAPA ; I. A. SARFDELA, IAG-US ;
Milton L.L. FORMOSO, IG-UFRS ; Celso CLEMENTE, Piracicaba.

Autre membre

Enrique MERINO, université nord-américaine

Durée du projet

1987-1992

HISTORIQUE

Ce grand programme de géologie et pédologie est la continuation du projet ORSTOM/-CNPq basé à l'USP et intitulé « **Géochimie de la surface et métallogénie** » qui a fonctionné entre 1984 et 1987. La mise en oeuvre de nombreux nouveaux projets ayant trait aux latérites amène le CNPq à solliciter, dès 1987, le regroupement de toutes les opérations menées dans le cadre des activités de l'ORSTOM à l'USP (IG et IAG) dans un grand programme de Géochimie de la surface intitulé « **Géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées** ». Ce grand programme se décompose en plusieurs sous-projets, qui sont les suivants :

- « Identification et description des systèmes pédologiques formés à partir de l'altération latéritique des roches volcaniques basiques et acides du bassin du Paraná » ;
- « Association phosphates-stromatolites dans le Protérozoïque supérieur d'Irecê, caractérisation, altération supergène » ;
- « Comportement géochimique de l'uranium dans les altérations et les sols associés aux concentrations uranifères de type stratiforme et filonien » ;
- « Étude des altérations et sols latéritiques du Brésil, des cuirasses ferrugineuses et des minéralisations aurifères associées » ;
- « Comportement géochimique des éléments traces Ti, Nb, Zr, etc., et des terres rares dans l'altération latéritique de complexes alcalins et alcalino-carbonatitiques » ;
- « Sédimentation et tectonique des plissements brésiliens et des phosphates métasédimentaires du Protérozoïque moyen et supérieur » ;
- « Interprétation paléoclimatique des latérites ».

Par ailleurs, un nouveau projet intitulé « **Étude des chapeaux de fer du Précambrien du Brésil** », déposé en 1990 et dont les responsables scientifiques étaient J. BETTENCOURT et A. MELFI du côté brésilien, et A. BLOT et J.-J. TRESCASES du côté français, a été ensuite également rattaché au grand programme de géochimie des couvertures latéritiques.

Ce grand programme a été de nouveau remplacé en 1992 par un projet davantage orienté vers le projet « Environnement-Global changes » qui correspond aux priorités brésiliennes et qui coïncident avec les priorités ORSTOM. Il s'agit du projet BICOL : « **Biogéodynamique des couvertures latéritiques** ».

JUSTIFICATIFS ET OBJECTIFS

Les conditions morphoclimatiques existantes et passées, et qui concernent pratiquement tout le territoire brésilien, permettent le développement, dans toute la partie supérieure de l'écorce terrestre, d'un épais manteau d'altération ferrallitique. Le matériel de ce manteau, responsable de la formation d'environ 70 % des sols brésiliens (latosols et sols podzoliques dans l'acception de la classification américaine du terme) peut, dans certaines conditions de convergence de

facteurs lithologiques, climatiques et morphotectoniques, faire apparaître de fortes concentrations en quelques éléments économiquement exploitables (Al, Fe, Ce, Ni, Ti, Nb, P, Au, Tr, etc.) et constituer des gisements minéraux supergènes dénommés latéritiques.

Ce projet se propose, par l'étude des mécanismes liés à la genèse et à l'évolution des couvertures ferrallitiques développées sur différentes roches, de caractériser le comportement dynamique :

- de l'or dans les sols concrétionnés et dans les matériaux indurés du Brésil central, Mato Grosso et Nordeste ;
- des éléments Zr, Nb, P, Ti et Tr dans les altérations des massifs alcalino-carbonatitiques ;
- de l'uranium dans les altérations d'albitites et des roches sédimentaires paléozoïques ;
- de l'aluminium dans les sols, altérations et gisements bauxitiques développés sur différentes roches.

Le projet BICOL, quant à lui, a été formulé pour les raisons suivantes. Ces dernières décades, l'activité humaine s'est développée de manière exponentielle, et son impact sur le manteau d'altération est devenu une force comparable aux processus géomorphologiques et géologiques naturels que l'on observe en géodynamique externe. Les épaisses couvertures latéritiques conditionnent le niveau de développement et de richesse du monde tropical, soit par les ressources qu'elles apportent (genèse et concentration de certains minerais, sols épais et continus, etc.), soit par les difficultés qu'elles imposent à la mise en valeur (prospection minière difficile, fragilité ou pauvreté des sols). Par ailleurs, elles conditionnent également l'impact des activités humaines sur l'environnement (pollution liée à l'extractivisme minier, capacité de filtrer ou de transformer les éléments polluants d'origine agricole ou industrielle, etc.). Pour résoudre les problèmes d'environnement liés au développement et pour favoriser ce développement, il est ainsi impératif de connaître l'organisation, la distribution et le fonctionnement des couvertures superficielles, desquels dépendent le cycle des éléments : la dispersion ou la concentration des éléments, leur temps de résidence dans les différents compartiments du milieu ambiant, la dynamique des fluides qui permettent les transferts d'un compartiment à l'autre. L'objectif du projet BICOL est ainsi de développer des recherches sur les processus bio-géochimiques dans les formations superficielles, aussi bien que sur la distribution à différentes échelles d'espace et de temps : depuis les microsystèmes d'altération aux grands bassins dans le paysage, et des centaines aux millions d'années.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES ET RÉSULTATS OBTENUS DANS LE CADRE DE CHAQUE SOUS-PROJET

Plusieurs des sous-projets de ce grand programme **ne seront pas traités ici car ils font l'objet d'un dossier séparé**. Il s'agit des sous-projets suivants :

- « **sédimentation et tectonique des plissements brésiliens et des phosphates métasédimentaires du Protérozoïque moyen et supérieur** » ; qui est développé en détail dans les activités de Roland TROMPETTE au cours de ses deux séjours brésiliens à l'USP (1980-1984 et 1990-1993) ;

- « **comportement géochimique des éléments traces Ti, Nb, Zr, etc., et des terres rares dans l'altération latéritique de complexes alcalins et alcalino-carbonatitiques** », qui est détaillé dans le dossier des activités de François SOUBIÈS à l'USP entre 1982 et 1987 (présence permanente) et jusqu'à ce jour sous forme de missions annuelles ;
- « **Association phosphates-stromatolites dans le Protérozoïque supérieur d'Irecê, caractérisation, altération supergène** », dont les activités et les résultats obtenus figurent dans un dossier consacré à Armand BOUJO.

SOUS-PROJET « ÉTUDE DES ALTÉRATIONS ET SOLS LATÉRITIQUES DU BRÉSIL, DES CUIRASSES FERRUGINEUSES ET DES SOLS ASSOCIÉS SUR LES ROCHES VOLCANIQUES DU BASSIN DU PARANA »

JUSTIFICATIFS

Ce sous-projet s'intitule également « **Identification et description des systèmes pédologiques formés par altération latéritique des roches effusives du bassin du Paraná** ». Le terme système prend pour les deux intervenants principaux, Yves LUCAS et René BOULET, toute son importance, lorsque l'on sait que ce vaste domaine de roches, qui couvre une grande partie du Brésil méridional agricole a été étudié, mais sans que les études soient suffisamment reliées entre elles. Il en résulte une compréhension incomplète des couvertures de sols et des relations génétiques et dynamiques qui lient ces sols et une impossibilité d'extrapolation au niveau régional. La démarche employée est celle de l'analyse structurale mise au point par R. BOULET, qui a fait ses preuves en Afrique, en Guyane et qui est développée actuellement au sein du CSIRO australien, et qui apparaît particulièrement adaptée pour atteindre le niveau de compréhension recherché et permettre l'extrapolation souhaitée.

Les roches effusives du bassin du Paraná se subdivisent en deux grands ensembles : les basaltes qui couvrent environ un million de km² et portent les meilleures terres du pays et les roches effusives acides qui donnent des sols moins fertiles et sont beaucoup moins étendues.

Le premier ensemble a été plus particulièrement étudié par Y. LUCAS et le second par R. BOULET. Les études se font, en général par le biais de l'encadrement de thèses de doctorat de chercheurs et enseignants brésiliens.

MÉTHODOLOGIE

La méthode originale de l'analyse structurale mise au point par R. BOULET en Guyane française peut se résumer brièvement de la façon suivante. Elle consiste à effectuer des coupes verticales par approximation géométrique, à travers la couverture pédologique d'une unité de modelé (en général un bassin versant élémentaire) selon divers axes, puis de rechercher sur ces coupes les variations latérales susceptibles d'être repérées sur le plan horizontal. Ces variations sont alors localisées sur le terrain et cartographiées. Elles sont ensuite complétées

par l'étude de tranchées de façon à caractériser tous les horizons présents et étudier particulièrement les transitions latérales. Les coupes de sols sont en général effectuées par sondage manuel à l'aide d'une tarière, ce qui permet un travail relativement rapide et une grande autonomie. On obtient ainsi une représentation tridimensionnelle en coupe et plan de la couverture pédologique. L'expérience a montré que lorsqu'on dispose d'un nombre suffisant d'analyses structurales, celles-ci s'ordonnent de façon univoque et chronologique. Il devient donc possible d'établir pour chaque milieu la séquence complète des stades successifs du stade « initial » jusqu'au stade « final » et de caractériser l'évolution pédologique de toute couverture pédologique. Cette couverture pédologique élémentaire étudiée et replacée dans sa séquence évolutive apparaît comme un objet mieux adapté à la connaissance du sol que le seul profil vertical classique. Cette méthode permet, de plus, d'interpréter les essais agronomiques lorsque la variabilité latérale du sol joue un rôle important (sur la dynamique de l'eau par exemple).

RÉSULTATS OBTENUS

L'étude des systèmes pédologiques dans le bassin du Paraná est très avancée. Les études sur la partie basaltique à Ribeirão Preto sont pratiquement terminées, ainsi que celles des roches effusives acides de Palma et de Pinhão. Il manque encore quelques données analytiques, en cours d'obtention. En 1993, est prévue la rédaction d'une synthèse préliminaire sur les systèmes de sols du bassin du Paraná. Les relations des couvertures pédologiques avec le modelé sont établies.

Toutefois, vues la diversité des substrats et des sols de l'Etat de São Paulo et l'urgence de certains problèmes comme le développement rapide de l'érosion ravinante, R. BOULET a été amené à diversifier son activité, en travaillant dans des régions non volcaniques et, en particulier sur les roches sédimentaires.

Seize sites d'études répartis entre les Etats de São Paulo, Minas Gerais, Paraná et Santa Catarina ont déjà été analysés dans le détail par R. BOULET et des équipes d'étudiants et d'enseignants. Ces sites indiquent la grande diversité des couvertures qui se révèlent être, le plus souvent, des systèmes de transformation, c'est-à-dire des couvertures dont la dynamique actuelle est essentiellement latérale avec un important transfert de matière de l'amont vers l'aval et qui proviennent de la modification de couvertures initiales dont la dynamique était essentiellement verticale. Les systèmes de transformations sont des systèmes en déséquilibre avec les facteurs de milieu actuels et leurs organisations résultent de la destruction des organisations initiales.

L'encadrement de nombreuses thèses a donné lieu à des résultats nouveaux très intéressants. Ainsi les travaux concernant la thèse de doctorat : « Rôle de l'érosion géochimique dans l'évolution du modelé du bassin de Taubaté - Val do Paraíba » (H. FILIZOLA, soutenance prévue fin 1993) mettent en évidence que l'évolution des versants de la région est davantage liée aux processus géochimiques internes qu'aux agents mécaniques superficiels et que l'ouverture des dépressions fermées se fait par érosion géochimique. L'importance du colluvionnement et la vitesse d'enfoncement (de l'ordre de 0,2 mm par an) ont pu être évaluées grâce à la datation des tourbes présentes dans les dépressions. De même, une autre thèse de doctorat : « Systèmes pédologiques développés sur basalte dans la région d'Illha Solteira (SP). Genèse et transformations » (Thèse de Silvia NICOLA, soutenance prévue en 1994), la transformation d'une couverture initiale à nodules ferrugineux développée sur basaltes en horizons vertiques sans nodules est démontrée.

Plusieurs thèses de doctorat et de mestrados sont en cours. Toutes se proposent de faire l'inventaire des systèmes pédologiques de régions clés soigneusement choisies. Mais comme on ne peut pas attendre la fin de cet inventaire pour fournir des cartes synthétiques destinées aux utilisateurs, de telles cartes ont pu être réalisées dans le cadre d'une étude menée avec l'IPT (Institut de recherche technologique) de São Paulo. Les géologues de cet Institut étaient chargés d'une étude géomorphologique, pédologique et de la dynamique de l'eau dans deux bassins versants d'environ 1 000 km². L'objectif était de mieux comprendre le déterminisme de l'érosion en ravines très profondes qui menacent les zones urbaines et rurales du Sud du pays. La réalisation de deux analyses structurales localisées en fonction de la 'prospection classique apporte une information précieuse sur la dynamique de l'eau responsable des phénomènes érosifs.

PARTENARIAT ET FORMATION

Suite aux missions réalisées par R. BOULET et Y. LUCAS à partir de la Guyane et à la rédaction de la thèse de doctorat de Y. LUCAS en 1989, l'étude de la couverture pédologique développée sur les formations sédimentaires en Amazonie, qui a débuté en 1982, constitue toujours un volet important de l'activité scientifique de l'équipe française. Ces recherches, auxquelles s'ajoutent l'étude de la dynamique des solutions dans le sol et du rôle de l'activité biologique s'effectuent, en liaison avec A. CHAUVEL, en collaboration étroite avec l'INPA de Manaus.

La recherche de modèles géochimiques expliquant la genèse et le fonctionnement de sols tropicaux s'est développée en collaboration avec l'université de l'Indiana (USA) et de nouveaux modèles quantitatifs ont été testés.

D'autre part, avec l'accord des responsables brésiliens du programme, R. BOULET continue, depuis 1985, à travailler avec les chercheurs et enseignants appartenant au groupe d'analyse structurale créée par le Pr QUEIROZ, du Département de géographie physique de l'USP. Il s'agit de l'encadrement d'un stage organisé chaque année suivi d'un accompagnement sur le terrain. Les chercheurs, une cinquantaine environ, qui appartiennent à ce groupe sont en majorité des géographes mais aussi des agronomes et des géologues.

Enseignement

- Participation aux enseignements universitaires : 4 heures de cours sur « Équilibre et déséquilibre pédoclimatique » dans le cadre du cours de post-graduation « Processos de intemperismo e morfologia das regiões tropicais », IG, USP ;
- Conférences dans divers organismes scientifiques (Universités et Instituts agronomiques)

Co-encadrement de thèses

PAR Y. LUCAS :

- **Nadia R. de NASHIMENTO** : « Systèmes pédologiques dans le Val de Paramirim », thèse en cours ;
- **Luis C. TANO** : « Altérations smectitiques de basaltes dans la région de Franca », en cours ;
- **Maria J. Marinho de REGO** : « Alteração e pedogênese em rochas granulíticas na região cacaueira da Bahia », thèse de doctorat Inst. Geoc. USP, soutenue en 1990.

PAR R. BOULET :

- **Omar BARROS** : « Systèmes pédologiques dans la région de Londrina », thèse doctorat en cours ;
- **Heloisa FILIZOLA** : « Rôle de l'érosion géochimique dans l'évolution du modelé du bassin de Taubaté - Val do Paraíba », thèse de doctorat, Inst. Géog., soutenance prévue fin 1993 ;
- **Silvia NICOLA** : « Systèmes pédologiques développés sur basalte dans la région d'Ilha Solteira (SP) », thèse de doctorat en cours ;
- **Leonardo J.C. SANTOS** : « Etude d'une toposéquence sur grès dans la région de Baurú », thèse de Mestrado.
- **Roseli P.D. FERREIRA** : « Etude et cartographie des systèmes pédologiques du Bibeirão do Meio, affluent du rio Piracaicaba. Implications sur l'évolution du modelé et sur les phénomènes d'érosion », [Thèse de doctorat en cours] ;
- **Francisco S.B. LADEIRA** : « Sols et modelé sur basalte dans la région de Guaira ». Thèse de Mestrado en cours.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Ce sous-projet d'étude régionale avec changement d'échelle constitue une réelle action de partenariat en coopération, car il s'agit d'une étude choisie par les partenaires brésiliens et élaborée et réalisée avec eux, chaque cas analysé faisant l'objet d'une thèse de Mestrado ou de doctorat que le chercheur français suit pas à pas. Les chercheurs concernés sont le plus souvent des enseignants universitaires qui n'ont que peu de temps et de moyens pour faire de la recherche. Aussi faut-il profiter des thèses afin de pouvoir mener ces recherches le plus loin possible. L'encadrement de ces thèses demande énormément de travail parce qu'il faut accompagner les thésards de très près dès le début. Il se fait là un travail de formation du chercheur extrêmement efficace. Mais il s'agit, selon l'aveu même des chercheurs français, d'un don réciproque, car ceci leur permet d'acquérir la connaissance de nombreux systèmes pédologiques dans un minimum de temps et avec un minimum de moyens et de contribuer ainsi à l'inventaire de ces systèmes bien plus efficacement que s'ils travaillaient seuls. Les résultats obtenus permettent d'accroître les connaissances scientifiques sur les couvertures superficielles meubles, non seulement pour faire l'inventaire des systèmes pédologiques, mais aussi et surtout pour comprendre leur genèse et leur dynamique. Cette connaissance est indispensable à la fois pour mieux exploiter les sols, mais aussi préserver un milieu naturel particulièrement fragile.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

En raison du nombre important des publications, ne seront présentés ici que quelques-uns des travaux publiés choisis par les auteurs eux-mêmes.

LUCAS, Y. ; CHAUVEL, A. ; BOULET, R. ; RANZANI, G. ; SCATOLINI, F. 1984. Transição latossolo-podzóis na região de Manaus, Amazônia. *R. Bras. Ci. Solo*, 8 : 325-335.

L'article expose les résultats d'une étude morphoanalytique de la transition latosol-podzol en Amazonie centrale. Sur des sédiments continentaux détritiques (formation Barreiras), s'observe un paysage de bas plateaux reliés aux fonds des vallées par des surfaces intermédiaires. Les latosols jaunes argileux occupent les plateaux tandis que toutes les transitions entre latosols et podzols sableux sont observées sur les surfaces intermédiaires. L'ensemble des données met en évidence la transition des latosols en podzols et une relation étroite entre les processus de pédogénèse et de morphogénèse qui interviennent dans le paysage.

- LUCAS, Y. ; CHAUVEL, A. ; AMBROSI, J.-P. 1986. Processes of aluminium and iron accumulation in Latosols developed on quartz-rich sediments from Central Amazonia (Manaus, Brazil). In : « Geochemistry and mineral formation in the earth surface : proceedings of the International Meeting geochemistry of the earth Surface and process of mineral formation held in Granada, Spain, 16-22 March 1986 ». R. Rodriguez-Clemente and Y. Tardy eds., CSIS (Madrid)-CNRS (Paris) : 289-899.

Le profil étudié comprend trois parties principales : 1) une roche-mère sablo-limoneuse composée de quartz, koolinite et un peu d'hématite ; 2) un horizon noduleux gibbsitique et hématitique ; 3) un horizon de surface kaolinique. Des séquences de faciès progressives ont été identifiées de la base vers le sommet du profil. Elles forment une succession de constituants minéralogiques et la cristallinité de la kaolinite décroît progressivement du bas vers le haut. Ces séquences indiquent que l'horizon argileux supérieur dérive du matériau parental par une transformation in situ. Le profil est en équilibre dynamique : il se détruit à son sommet par altération biochimique et physique, et s'approfondit à sa base par dissolution du quartz et exportation de la silice, et par formation authigène de kaolinite, gibbsite et hématite.

- LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. 1988. Intervention simultanée des phénomènes d'enfoncement vertical et de transformations latérales dans la mise en place des systèmes de sol ferrallitique-podzol d'Amazonie brésilienne. C.R. Acad. Sci. Paris, 06,11, 1395-1400.

Dans les systèmes de transformations sols ferrallitiques-podzols de l'Amazonie brésilienne, le déplacement de la transformation appauvrissante et podzolizante est relatif. Il résulte à la fois d'une progression latérale vraie de fronts de transformations, et d'une transformation consécutive à l'enfoncement vertical de la couverture de sols dans le matériau originel durant l'évolution in situ au cours du temps.

- BOULET, R. 1988. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In : « A responsabilidade social da ciência do solo », Moniz et al ; eds., Soc Bras ; Ciência do Solo, 79-90.

- BOULET, R. 1988. Análise estrutural da cobertura pedológica e experimentação agrônoma. In : « A responsabilidade social da ciência do solo », Moniz et al. eds., Soc Bras ; Ciência do Solo, 431-446.

L'analyse tridimensionnelle de la couverture pédologique, première étape de l'analyse structurale, peut servir de support aux expérimentations agronomiques et avancer dans la compréhension de la relation sols-cultures. Deux exemples sont présentés : le premier correspond à un système de transformations de sol ferrallitique-podzol, sur sédiment marin sablo-argileux, dans lequel on étudie le comportement du soja en deux cultures successives ; le second concerne la comparaison du développement de citronniers sur les deux principaux types de couverture pédologique de Guyane française septentrionale, qui diffèrent entre elles principalement par le mode de circulation de l'eau, vertical et profond dans un cas, et superficiel et latéral, dans l'autre. La relation entre la différenciation latérale de la couverture pédologique et le comportement des cultures est évidente.

- LUCAS, Y. 1989. Systèmes pédologiques en Amazonie brésilienne. Équilibres, déséquilibres et transformations. Thèse univ. Poitiers, France, n° 211, 157 p.

Des couvertures de sol d'Amazonie brésilienne, développées aux dépens de formations sédimentaires sablo-argileuses à argileuses du groupe Alter-de-Chão ont été étudiées au nord de Manaus et dans les régions de Juri et de Trombetas. Ces sites présentent des conditions identiques de climat et de végétation, et ont une morphologie de plateaux entaillés par le réseau hydrographique. On montre que, dans ces deux sites, les sols se développent en place, aux dépens des formations sédimentaires. S'il a existé au cours de leur genèse des tronçatures érosives ou des dépôts sédimentaires, ces épisodes ont été complètement effacés par l'évolution géochimique ultérieure.

LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. 1990. Mise en évidence des transferts d'aluminium dans les sols ferrallitiques d'Amazonie brésilienne. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 311 II : 247-252.

L'étude détaillée d'une couverture de sols ferrallitiques épais d'Amazonie brésilienne montre que des structures argileuses en coin se développent sur place, au milieu de matériaux plus sableux. La genèse de ces structures implique nécessairement l'existence d'importants apports absolus d'aluminium par des solutions d'altération, ce qui conduit à une reconsidération des phénomènes géochimiques de la ferrallitisation.

LUCAS, Y. ; BOULET, R. ; CHAUVEL, A. 1990. Modalités de la formation *in situ* des stone-lines en zone équatoriale. Exemple d'une couverture ferrallitique d'Amazonie Brésiliennne. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 311, série II : 713-718.

L'étude d'une couverture ferrallitique d'Amazonie au Brésil montre qu'une stone line de nodules ferrugineux se forme *in situ* dans les sols de plateaux, au cours de leur enfouissement géochimique dans la roche-mère. Sur les versants, les conditions de formation des nodules ne sont pas réalisées, et leur dissolution est augmentée. C'est pourquoi la stone line s'amincit progressivement, puis disparaît au cours du recul géochimique du versant.

LUCAS, Y. ; CHAUVEL, A. Soil formation in tropically weathered terrains. In : « Handbook of exploration geochemistry : soil, laterite and saprolite geochemistry in mineral exploration of tropically weathered terrains ». Butt C.R.M. & Zeegers eds. Elsevier (sous presse).

FILIZOLA, H. ; BOULET, R. 1993. Une évaluation de la vitesse de l'érosion géochimique à partir de l'étude de dépressions fermées sur roches sédimentaires quartzo-kaoloniques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 316, (5) : 693-700.

Dans le bassin de Taubaté (SP), l'existence de dépressions fermées de type karstique, développées sur sédiment quartzo-kaolinique et comportant des tourbes inactuelles (17 000-12 000 BP), qui se sont infléchies en accompagnant l'enfoncement de la dépression, permet d'évaluer la vitesse moyenne d'enfoncement de ces dépressions depuis la mise en place des tourbes. Cette vitesse est de l'ordre de 0,2 mm par an.

SOUS PROJET « INTERPRÉTATION PALÉOCLIMATIQUE DES LATÉRITES »

HISTORIQUE

Professeur de géologie à l'Institut de géologie de l'université Louis Pasteur de Strasbourg, Yves TARDY est un partenaire de l'ORSTOM depuis de nombreuses années et a des relations professionnelles et amicales privilégiées avec le Pr J.A. MELFI. Dans le cadre de son détachement en poste d'accueil de quatre années à l'ORSTOM, et après avoir passé deux années en

Afrique, c'est donc tout naturellement qu'il monte, dans le cadre du projet ORSTOM/CNPq « **Géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées** », un programme sur deux ans à l'Université de São Paulo. Arrivé en mars 1991, le séjour de Y. TARDY doit se terminer fin juin 1993.

OBJECTIFS ET RÉSULTATS ATTENDUS

Les objectifs de ce sous-projet sont les suivants :

- reconstitution paléoclimatique périatlantique, au-dessus de l'Afrique et de l'Amérique du sud, depuis 100 millions d'années, par analyse géochimique des vieilles couvertures latéritiques et par l'analyse de la répartition spatiale des faciès caractéristiques (cuirasses bauxitiques et ferrugineuses) et des faciès de transformations secondaires (sols gravillonnaires, latosols...);
- reconstitution du déplacement des limites paléoclimatiques sur le cours du temps;
- recherche des correspondances (synchronismes; décalages ou oppositions) entre les fluctuations paléoclimatiques de chaque côté de l'Atlantique;
- transposition du modèle africain au Brésil et aux pays voisins autour de l'Amazonie.

Ce programme est complémentaire des programmes développés par les autres équipes dans le cadre de l'IG de l'USP, qui portent sur l'étude de la structure et du fonctionnement des couvertures d'altération et de sols latéritiques du Brésil. Ces couvertures ont en effet, le plus souvent, des âges anciens, se chiffrant en millions et dizaines de millions d'années. Les variations des conditions de formation, en particulier climatiques, qui se sont succédées au cours de leur genèse ont généralement laissé des traces identifiables dans la structure actuelle de ces couvertures. Il est important, tant pour la cartographie que pour l'étude du fonctionnement du sol, d'identifier ce qui, dans les couvertures actuellement observées correspond à des matériaux en équilibre avec les conditions de milieu actuelles, et ce qui est un héritage des conditions passées.

Dans ce contexte, ce programme doit apporter une contribution essentielle, en permettant d'établir des liens entre les variations paléoclimatiques au cours des 100 derniers millions d'années, et des traits pédologiques caractéristiques. En raison de l'échelle de temps considérée, la comparaison avec l'Afrique est un élément important de la problématique.

TRAVAUX PUBLIÉS

TARDY, Y. ; PROBST, J.L. 1992. Sécheresses, crises climatiques et oscillations téléconnectées du climat depuis cent ans. *Sécheresse*, n° 1, (3) : 25-36.

Les crises climatiques, dont les sécheresses sont l'une des illustrations, se répètent de façon cyclique. Les oscillations du climat sont en effet le résultat de la superposition de plusieurs cycles. la périodicité de ces oscillations suit celle des cycles solaires. Cependant, loin d'apparaître comme synchrones dans toutes les régions du monde, les oscillations climatiques apparaissent comme déphasées.

TARDY, Y. 1993. Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. Masson eds. Paris, sous presse. Il s'agit de l'ouvrage de synthèse des travaux entrepris en Afrique et au Brésil. Ce livre offre un vaste panorama allant des altérations hydrothermales aux sols tropicaux meubles, en passant par les cuirasses ferugineuses et bauxitiques. Le profil latéritique cuirassé est présenté de façon très complète. Un certain nombre de paysages cuirassés d'Afrique de l'Ouest et du Centre sont étudiés de façon détaillée. Les bauxites et les latérites meubles sont également étudiées. Le livre est soutenu par une théorie que l'auteur appelle hydratation-déshydratation, qui cherche à établir les conditions climatiques de stabilité ou d'instabilité des couvertures latéritiques et tente de découvrir les mécanismes qui commandent la genèse, le développement ou le démantèlement des sols tropicaux.

SOUS PROJET « COMPORTEMENT GÉOCHIMIQUE DE L'URANIUM ET DE SES ACCOMPAGNATEURS DANS L'ALTÉRATION LATÉRITIQUE »

HISTORIQUE

Les premiers contacts informels relatifs à ce projet ont eu lieu en 1985. Le coordinateur brésilien du grand programme de l'ORSTOM avec l'USP, le Pr A.J. Melfi, était alors demandeur d'un programme sur la géochimie de l'uranium dans les latérites. L'importance économique de l'uranium éveillait alors l'intérêt des chercheurs et des groupes miniers à l'étude du comportement de cet élément dans les formations latéritiques superficielles qui sont très étendues au Brésil.

A la suite de contacts avec les chercheurs de l'ORSTOM, B. BOULANGÉ, et J.-M. WACKER-MANN, Jean-Michel SCHMIDT, chercheur à l'Ecole supérieure des mines de Paris, est sollicité. Il établit et soumet à l'ORSTOM un projet de recherche en février 1986. Le projet final, accepté par les partenaires, bénéficie également d'un financement de l'IAEA (Agence internationale pour l'énergie atomique), accordé au Brésil.

Les équipes du sous-projet regroupent les chercheurs suivants :

- côté brésilien : A.J. MELFI, professeur et E.B. ROCHA (élève chercheur de l'IAG-USP) ;
- côté français : J.-M. SCHMITT (Ecole des mines de Paris en poste d'accueil à l'ORSTOM et, *pro parte*, B. BOULANGÉ (permanent ORSTOM). La seconde phase du projet a aussi impliqué J.-P. MULLER (ORSTOM et UPMC, en missions), B. CLOZEL (élève-chercheuse à l'UPMC Paris, mission de longue durée), ainsi que M. PAGEL, (CREGU, Nancy, en missions).

Après avoir participé, en mai 1985, à la tournée géologique franco-brésilienne réalisée à l'occasion du dixième anniversaire de la coopération ORSTOM/USP, et à une tournée de terrain à Curitiba avec A.J. MELFI et J.-J. TRESCASES (programme Terres rares) en mai 1986, J.-M. SCHMITT est affecté de manière permanente à l'USP en mai 1987. Il y restera jusqu'en janvier 1989.

PRINCIPALES ACTIVITÉS

Le pré-projet établi par A.J. MELFI, incluait à la fois l'étude du comportement des terres rares et de l'uranium lors de l'altération latéritique. Du fait de la dichotomie généralement observée entre les gîtes de ces deux constituants, le projet final a été limité dans ses objectifs et s'est intitulé : « **Comportement géochimique de l'uranium et de ses accompagnateurs dans l'altération latéritique** ».

Le programme prévu comportait l'étude de la redistribution de l'uranium (et éléments connexes) dans le manteau d'altération au-dessus de concentrations économiques ou sub-économiques connues. Parmi les différentes cibles envisagées, trois sites ont été étudiés :

- Amorinópolis (GO) : gîte de type stratiforme dans les grès du Dévonien ;
- Perús (SP) : indice uranifère dans une pegmatite ;
- Lagoa Real (BA) : gisement d'U associé à des veines d'albitites dans le socle précambrien.

Après les premières campagnes d'échantillonnage et les études initiales pétrographiques et minéralogiques, l'activité s'est entièrement centrée sur le site de Lagoa Real, seul gisement économique, et qui par ailleurs présentait un contexte idéal pour ce programme.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Les résultats obtenus ont confirmé l'extrême mobilité de l'uranium en contexte latéritique, sa redistribution très rapide dans les altérites et les colluvions, et la possibilité de formation de concentrations secondaires transitoires.

Ces résultats sont d'un grand intérêt pour la prospection en régions tropicales et conduisent à en revoir la stratégie, particulièrement en fonction du contexte morphologique. Les travaux de l'équipe de J.-P. MULLER ont permis par ailleurs d'explorer une possible technique future de traçage de l'U, à partir des dégâts d'irradiation fossilisés dans les kaolinites.

PARTENARIAT ET FORMATION

Manifestations organisées

Octobre 1989 : J.-M. SCHMITT est organisateur invité (et co-chairman avec A.J. MELFI, Brésil) du Workshop « Uranium Geochemistry and Exploration in Humid Tropical Terrains » au sein du XIII^e International Geochemical Exploration Symposium.

Une grande part des résultats du programme a par ailleurs été présentée lors du séminaire ORSTOM « Organisation et fonctionnement des altérites et des sols » (WACKERMANN J.-M. ; org.), tenu à Bondy du 5 au 9 février 1990.

Encadrement de thèses

Le présent programme a abouti à la soutenance de la thèse de E.B. ROCHA (après un séjour de 4 mois à l'Ecole des mines de Paris pour la rédaction, de décembre 1990 à février 1991) :

- **ROCHA, E.B.** 1992. Dispersão e redistribuição de urânio e acompanhadores em mineralizações uraníferas submetidas a alteração lateritizante : exemplo da Jazida Laranjeiras, Província uranífera de Lagoa Real, Bahia. Tese de doutoramento, IAG-USP, São Paulo, 153 p.
- et, pour partie à celle de **CLOZEL, B.** 1991. Etude des défauts paramagnétiques induits par irradiation dans les kaolinites. Approche expérimentale et implications géochimiques. Thèse doctorat, université Paris VII, 163 p.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Le résultat le plus tangible du programme semble avoir été la constitution au sein de l'IAG-USP, d'une petite équipe dynamique se consacrant à la géochimie de l'uranium, des terres rares et des éléments connexes, dans le domaine superficiel.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIES

- FORTIN, P. ; TRESCASES, J.-J. ; MELFI, A.J. ; SCHMITT, J.-M. 1989. Rare earth elements (REE) accumulations in the Curitiba basin (Brazil). XIIIth International Geochemical Exploration Symposium, Rio de Janeiro. *Abstracts*, 66-68.
- SCHMITT, J.-M., (édit). 1989. Uranium geochemistry and exploration in humid tropical terrains. XIIIth International Geochemical Exploration Symposium. Workshop 7, Rio de Janeiro. 28 p.
- MULLER, J.-P. ; CALAS, G. ; CLOZEL, B. ; ILDEFONSE, PH. ; SCHMITT, J.-M., DURANDAU, A. 1989. Radiation-induced defects in kaolinite as a potential guide for uranium prospection in laterite-covered areas. XIIIth International Geochemical Exploration Symposium, Rio de Janeiro. *Abstracts*, 99-100.
- ROCHA, E.B. ; SCHMITT, J.-M. 1992. Redistribution latérale de l'uranium au sein du manteau d'altération : exemple d'une anomalie de pente du secteur de Lagoa Real (Brésil). In : « Organisation et fonctionnement des altérites et des sols » (WACKERMANN J.-M. ; éd.). ORSTOM Colloques et Séminaires, 171-174.
- MULLER, J.-P. ; ILDEFONSE, PH. ; CLOZEL, B. ; CALAS, G. 1993. Radiation-induced defects in kaolinites : an indirect assessment of radionuclides migration in the geosphere. *Applied Geochemistry*, Suppl. Issue n° 1, 205-216.
- SCHMITT, J.-M. 1992. Géomorphologie et prospection de l'uranium dans le Nordeste brésilien. In : « Organisation et fonctionnement des altérites et des sols » (WACKERMANN J.-M. ; éd.). ORSTOM Colloques et Séminaires, 175-181.
- SCHMITT, J.-M. 1992. Refractionation and accumulation during weathering : example from southern Brazil, recent data from other lateritic profiles, and interest to paleoweathering studies. IGCP 317 Second meeting, *Program and abstracts*, La Plata, 30-31.
- SCHMITT, J.-M. ; ROCHA E.B. ; MELFI A.J. 1989. Geomorphic studies as help to uranium exploration in laterite covered areas : example of the Lagoa Real (Bahia, Brazil) Uranium province. In : Uranium geochemistry and exploration in humid tropical terrains, SCHMITT J.-M. (ed). XIIIth International Geochemical Exploration Symposium. Workshop 7, Rio de Janeiro, 15-17.

- SCHMITT, J.-M. ; ROCHA, E.B. ; MELFI, A.J. 1992. Landscape evolution and uranium redistribution during weathering under tropical climate (Lagoa Real, Bahia, Brazil). Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología, La Plata, Actas, III, 193-200.
- SIGOLO, J.B. ; BOULANGÉ, B. ; MULLER J.-P. ; SCHMITT, J.-M. 1987. Distribuição de elementos terras raras em um perfil de bauxita laterítica sobre rocha alcalina - Maciço de Passa Quatro (MG). 1º Congr. Brasil. Geoquím., Porto Alegre, Anais, I, 71-81.

LE NOUVEAU GRAND PROJET ORSTOM-CNPq-USP BICOL « BIOGÉODYNAMIQUE DES COUVERTURES LATÉRITIQUES »

PRÉSENTATION

Ce projet réunit l'ORSTOM, représenté par plusieurs de ses Unités de recherche, et l'université de São Paulo, représenté par le Noyau de recherche en géochimie et géophysique de la lithosphère (NUPEGEL). Le NUPEGEL regroupe des enseignants et chercheurs de divers Instituts de l'université de São Paulo, ainsi que d'autres universités brésiliennes. Ce projet constitue une suite et un développement du projet « **Géochimie des couvertures latéritiques et minéralisation associées** ». Il a des objectifs plus amples que le précédent et tournés vers l'étude de l'environnement. Par des études multidisciplinaires, il a pour objectif de répondre à un certain nombre de problèmes qui se posent à l'environnement, tels que :

- quelles sont les meilleures mises en valeurs des latérites, dans les domaines agricoles ; géotechniques, miniers, hydrologique, etc. ? ;
- comment résoudre les problèmes de fertilité des sols, quel est l'impact de la déforestation sur les processus d'érosion et de désertification ? ;
- quelles sont les conséquences de la pollution anthropogénique en milieu tropical ; quel est le cycle des éléments polluants ? ;
- peut-on identifier, mesurer et prévoir l'impact des changements globaux du milieu sur les couvertures superficielles ?

SITUATION DU PROJET DE RECHERCHE

Depuis la fin du Mésozoïque, la plate-forme sud-américaine est tectoniquement stable et a subi une interaction prolongée avec l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère. Cette interaction stable a conduit à la formation d'un épais manteau d'altération latéritique, qui interfère directement ou indirectement avec l'environnement. Dans ce cadre, l'objectif du présent programme est l'étude géochimique et géophysique des couvertures latéritiques et de leur interaction avec l'environnement, par la détermination :

- 1) des processus de transfert des éléments d'intérêt économique et environnemental ;

- 2) de l'organisation, du fonctionnement et de la distribution géographique des systèmes pédologiques tropicaux ;
- 3) des variations climatiques à différentes échelles de temps et d'espace par l'utilisation des matériaux superficiels (sols, cuirasses, sédiments lacustres, etc.) comme registres de ces variations.

Pour atteindre ces objectifs sont proposés plusieurs projets, regroupés dans quatre grands thèmes de recherche.

LES THÈMES ET PROJETS DE RECHERCHE

1

Cycle supergène des éléments d'importance économique ou environnementale

Coordinateurs : A.J. MELFI et F. SOUBIÈS

P1 : Comportement géochimique de Ti, Zr, Nb, P et des terres rares dans les altérations latéritiques des complexes alcalins et carbonatés du Brésil

Intervenants

ORSTOM : F. SOUBIÈS, R. BOULET, Y. LUCAS, Ph. MAGAT ; USP : A. MELFI, E.B. ROCHA, J.B. SIGOLO, une étudiante de mestrado, 2 étudiants de géophysique de la USP.

État d'avancement

Un important travail a été fait sur ce projet en 1992, avec plusieurs missions de terrain. 4 toposéquences pédologiques ont déjà été étudiées en détail et prélevées pour analyse. L'analyse d'une centaine d'échantillons de sols est en cours (granulométrie, diffraction de rayons X, analyse chimique). Des lames minces des roches, altérations et sols sont déjà réalisées et en cours d'étude. Les eaux aux exutoires ont été prélevées, filtrées et traitées pour analyse. L'étude étant actuellement focalisée sur le complexe carbonatitique de Salitre, ce projet est étroitement lié au projet P4. Ph. MAGAT s'est joint au projet.

P2 : Caractéristiques des sources de minerais phosphatés au Brésil. Etude de leurs constituants, du comportement de ces constituants dans l'environnement, et de la pollution liée à leur utilisation agricole

Intervenants

ORSTOM : R. TROMPETTE ; USP : A. MELFI, C.J. ALVARENGA ; BRGM : A. BOUJO.

État d'avancement

Une synthèse générale sur la province phosphatée afro-brésilienne est sous presse. Le projet continue avec l'étude détaillée des sites d'Irecê, Concessão do Mato Dentro et Olinda.

P3 : Étude du cycle des éléments dans l'écosystème forestier amazonien. Évaluation de l'impact des activités humaines sur le milieu ambiant (site de la Serra do Navio, État de l'Amapa)

Intervenants

ORSTOM : Y. LUCAS, R. BOULET, A. CHAUVEL ; USP : A. MELFI, C. FORTI ; université de Marseille : M. BENEDETTI ; université de Toulon : F. EYROLLES ; université de Paris VI : P. SCRIBE.

État d'avancement

Ce projet était initialement prévu comme une étude de l'impact de l'orpaillage sur le cycle du mercure. Il a été remplacé par un projet plus vaste étudiant d'une manière générale les modifications anthropiques de l'environnement en Amazonie, qui s'insère dans un vaste projet USP d'étude du milieu naturel dans la région de la Serra do Navio (météorologie, bioclimatologie, etc.), sur lequel un important travail a été effectué en 1992 au cours de plusieurs missions : définition des bassins versants, montage de deux laboratoires de traitement des eaux (São Paulo et Serra do Navio), implantation des dispositifs d'échantillonnage des pluviollessivats sur la zone d'étude, étude d'une séquence pédologique et reconnaissance pédologique régionale, prélèvement et traitement (ultrafiltration) des eaux aux exutoires. L'étude de la composition de ces eaux est en cours. La participation d'un hydrologue de l'ORSTOM est demandée.

2

Synthèse paléoclimatique de la couverture latéritique du Brésil

Cóordinateurs : A.J. MELFI et Y. TARDY

P4 : Transferts géochimiques entre milieu d'altération supergène et milieu de sédimentation : étude des complexes alcalins de Salitre et de Catalão

Intervenants

ORSTOM : F. SOUBIES, R. BOULET, Y. LUCAS ; USP : A. MELFI, E.B. ROCHA, S.M.B. OLIVEIRA.

État d'avancement

Ce projet, initialement prévu sur le site de Catalão, a été étendu au site de Salitre plus intéressant. Il est étroitement lié au projet P1, les opérations de terrain sont conjointes. Côté ORSTOM, ce programme présente des parties communes avec une opération ECOFIT coordonnée par M. SERVANT.

P5 : Simulation de l'évolution des paysages latéritiques d'Afrique et d'Amérique du Sud

Intervenants

ORSTOM : Y. TARDY ; USP : A. FERRARI.

État d'avancement

Les modèles mathématiques d'évolution des paysages à l'échelle des continents sont en cours de réalisation. Ce travail doit aboutir à la thèse de doctorat de A. FERRARI.

P6 : Répartition temporelle et spatiale des principales couvertures latéritiques du Brésil : cuirasses ferrugineuses et bauxites

Intervenants

ORSTOM : Y. TARDY, R. BOULET, Y. LUCAS ; USP : A. CARVALHO, N.M. do NASCIMENTO.

État d'avancement

La cartographie à l'échelle du Brésil des limites des formations cuirassées est en cours de réalisation. Une mission de vérification des limites géographiques du cuirassement a été effectuée en 1992, une autre est prévue en 1993.

3

Oscillations climatiques et impact sur l'environnement

Coordinateurs : O. MASSAMBANI et Y. TARDY

P7 : Synthèse des études sur les grands bassins hydrologiques : relations entre précipitation, drainage des bassins hydrographiques et niveau de la mer**Intervenants**

ORSTOM : Y. TARDY ; USP : O. MASSAMBANI.

État d'avancement

Le travail de synthèse sur l'ensemble des données climatiques et hydrologiques disponibles à l'échelle du Brésil est en cours de réalisation. La rédaction de l'ouvrage « Pétrologie des latérites et des sols tropicaux » entreprise par Y. TARDY devrait se terminer en 1993.

4

Systèmes pédologiques tropicaux : organisation et fonctionnement des couvertures latéritiques du Brésil

Coordinateurs : A. CARVALHO et Y. Lucas

P8 : Organisation et fonctionnement des systèmes pédologiques du bassin du Parana**Intervenants**

ORSTOM : R. BOULET, Y. LUCAS ; USP : A. MELFI, A. CARVALHO.

État d'avancement

L'étude des systèmes se poursuit.

P9 : Étude des matériaux latéritiques du bassin du Parana à des fins géotechniques.**Intervenants**

ORSTOM : C. GENSE, E. BOILEAU ; USP : A. CARVALHO, J.E. RODRIGUES, E. DE GODOY ; Université de Maringa : M.T. de NOBREGA ; Université de Poitiers : J.J. TRESCASES.

État d'avancement

Au cours de l'année 1992, de nombreux essais géotechniques ont été réalisés au Brésil et en France. Les travaux de caractérisation de laboratoire sont en cours. La thèse de mestrado de E. de GODOY est terminée, la thèse de doctorat de E. BOILEAU doit être terminée au cours du premier semestre 1993. M.T. de NOBREGA et J.E. RODRIGUES ont bénéficié d'allocations de recherche ORSTOM pour travailler dans les laboratoires de l'ORSTOM et de l'université de Poitiers sur les échantillons expérimentaux.

CONCLUSIONS SUR L'ENSEMBLE DES ACTIVITÉS DU GRAND PROGRAMME

Si l'on ajoute aux résultats obtenus par les sous-projets analysés ci-dessus, ceux acquis par les sous-projets traités séparément :

- « Sédimentation et tectonique des plissements brésiliens et des phosphates métasédimentaires du Protérozoïque moyen et supérieur » (R. TROMPETTE, 1990-1993) ;
- « Comportement géochimique des éléments traces Ti, Nb, Zr, etc., et des terres rares dans l'altération latéritique de complexes alcalins et alcalino-carbonatitiques » (F. SOUBIÈS, 1982-1987 en présence permanente, puis en mission) ;

■ « **Association phosphates-stromatolites dans le Protérozoïque supérieur d'Irecê, caractérisation, altération supergène** » (A. BOUJO, 1989-1991).

On aboutit à un ensemble considérable d'actions réalisées dans tout le territoire brésilien, de personnes formées, de thèses encadrées, de connaissances nouvelles et importantes acquises bénéficiant à la communauté scientifique toute entière. Cette coopération scientifique pédo-géologique menée avec l'Institut de géologie et d'astronomie et géophysique de l'USP, l'une des plus anciennes de l'ORSTOM au Brésil bénéficie de facteurs extrêmement favorables. Ressources humaines de valeur du corps d'enseignants et d'étudiants et infrastructure de la plus grande et fameuse université d'Amérique latine, grande efficacité de la FAPESP, la remarquable fondation d'aide à la recherche de l'Etat de São Paulo, appui administratif et scientifique et compréhension constante du coordinateur brésilien le Pr A.J. MELFI et de son équipe, partenaires de longue date. Avec ces atouts et une irrigation maintenue durant quinze années en chercheurs français expérimentés de l'ORSTOM et d'autres Instituts ou Universités françaises, les résultats obtenus sont à la mesure des efforts consentis par les deux parties.

GÉOPHYSIQUE

PROJET ORSTOM/CNPq ANOMALIES GRAVIMÉTRIQUES DU BRÉSIL ET PROLONGEMENT POSSIBLE DANS LE CONTINENT AFRICAIN

Localisation

Observatoire national de Rio de Janeiro (ON), Rio de Janeiro (RJ)

Chercheur ORSTOM

Yves ALBOUY, géophysicien, coordinateur français
(sous forme de missions de six mois)

Partenaires responsables

Jean-Marie FLEXOR, professeur, chercheur CNPq
et Roland BARAUD, chercheur ON

Durée

missions de six mois entre 1981-1984

HISTORIQUE

Les modifications successives du sujet d'étude

En 1980, le responsable du département de géophysique à l'observatoire national de Rio de Janeiro (ON), Jean Marie FLEXOR, qui est déjà le partenaire de projet de L. MARTIN, géologue de l'ORSTOM, demande la collaboration de la section de géophysique de l'ORSTOM dans les domaines suivants : gravimétrie (réseau de base), magnétisme (observatoire et travaux de terrain).

Après concertation avec les membres du Comité Technique de géophysique de l'office, J.-M. FLEXOR redéfinit ses demandes qui deviennent alors, dans l'ordre :

- 1) réalisation du levé gravimétrique au 1/1 000 000 de l'Etat de Rio de Janeiro,
- 2) collaboration dans le domaine du magnétisme.

En fait, le travail qui sera réalisé ne concernera pas l'Etat de Rio, mais le levé gravimétrique de la région Nordeste du Brésil. La partie du travail commun couvrant le Brésil et l'Afrique, et qui avait été envisagé par les équipes en place, ne se fera pas dans le cadre de ce projet.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES RÉALISÉES

Fin 1981, le chercheur français fait une première mission de six mois à l'Observatoire national. L'équipe commence à travailler sur les grandes anomalies gravimétriques du Brésil. La Société pétrolière PETROBRAS est d'accord pour transmettre ses quelques 400 000 données.

En 1982, après une interruption due à une longue maladie, Y. ALBOUY propose au coordinateur brésilien de relier les grandes anomalies brésiliennes, dont les signatures des structures préexistent à l'ouverture de l'océan Atlantique, à leurs homologues d'Afrique. Cette proposition est acceptée, les dépouillements des mesures gravimétriques du Congo et du Gabon sont réalisés à Bondy par une équipe de l'ORSTOM et sont associés aux mesures déjà archivées du Cameroun.

Une seconde mission du chercheur français à Rio a lieu de juin à décembre 1993. A son arrivée, il a la mauvaise surprise de découvrir qu'un chercheur ayant quitté l'Observatoire national a emporté tous les fichiers de données, que les données gravimétriques brésiliennes ne sont donc plus disponibles et que l'autorisation officielle de la PETROBRAS n'a pas encore été acquise en ce qui concerne l'échange des données. Cette autorisation enfin obtenue, il passe deux jours pleins par semaine pour travailler sur les fichiers informatiques de gravimétrie de la société pétrolière et doit souvent revenir aux sources, c'est-à-dire consulter les cartes originales. 200 fichiers sont dépouillés et transcrits sur un fichier de points qui est remis à la PETROBRAS en fin de mission. La bande magnétique de ces données doit lui être envoyée en France par l'Observatoire national.

PARTENARIAT ET FORMATION

Durant ses missions, Y. ALBOUY aidera deux thésards brésiliens qui travaillent en géomagnétisme en leur fournissant des logiciels d'études spectrales. Un projet de recherche sur le magnétisme terrestre qui intéresse l'Observatoire national, l'Institut national de recherches spatiales brésilien (INPE) et le CNRS-CRG de Garchy, en France, est élaboré à la demande du nouveau chef de département de géophysique de l'Observatoire, Teotônio FERREIRA. La numérisation des données de magnétisme lent de l'observatoire de Tatuoca, qui dépend de l'ON est décidée et est confiée à un technicien de l'ON qui pourrait être accueilli à Bondy en formation. Des activités d'enseignement, qui consistent en des travaux dirigés en post-graduation de géophysique appliquée pour dix étudiants, non prévues initialement dans le projet, occupent une partie importante du temps du chercheur français.

Une dernière mission se déroulera durant le second semestre de 1984.

La fin prématurée du projet

Peu satisfait de la tournure des opérations (la bande magnétique du fichier de points transcrits à la PETROBRAS en 1983 n'est jamais arrivée à Bondy, les enregistrements journaliers de Tatvoca qui devaient être expédiés à Bondy pour test ne l'ont pas été, de nombreux membres de l'équipe ont quitté momentanément ou définitivement l'ON) et très pris par ses activités de recherche, Y. ALBOUY décide, en accord avec les responsables de son département et après en avoir avisé ses partenaires, de suspendre sa collaboration.

**PRINCIPAUX RÉSULTATS
OBTENUS**

Une publication intitulée «levé gravimétrique du Nord-Est du Brésil» présentant les cartes des anomalies de Bouguer de la région Nordeste et de sa marge continentale établies dans le cadre du projet de coopération ORSTOM/CNPq à partir des données de la CPRM (Compagnie de recherche des ressources minérales) et de la PETROBRAS (PETROBRAS Brasileiros S.A) est éditée en portugais et français en décembre 1986. Les cartes, hors-texte, comportent une feuille générale des anomalies au 1/2 000 000 et trois feuilles au 1/1 000 000 des stations valuées Nord, Ouest et Sud).

**RÔLE JOUÉ
DANS LA COOPÉRATION**

Il est regrettable que ce projet, dans un domaine nouveau de coopération pour l'ORSTOM et le CNPq, la géophysique, qui regroupait des équipes compétentes et qui pouvait déboucher à brève échéance sur un projet international plus large incluant les pays situés de chaque côté de l'Atlantique, se soit terminé si rapidement. Cet exemple de projet avorté renforce l'opinion partagée par de nombreux chercheurs en coopération au Brésil, qu'un projet, à ses débuts, ne peut se développer harmonieusement que lorsque le coordinateur français est sur place, en affectation permanente. Les projets nouveaux dirigés de loin, par à-coups, au cours de missions même si elles sont de longue durée, n'ont pas l'évolution et l'essor que seules permettent la présence constante et la connaissance approfondie du coordinateur qui sans cesse gère son équipe, concerté ses partenaires, anime et réoriente son projet.

**PRINCIPAL TRAVAIL
PUBLIÉ**

LEGELEY, A. ; ALBOUY, Y. ; BARAUD, R. ; GODIVIER, R. 1986. Levé gravimétrique. Nord-Est du Brésil. Notice explicative en portugais et français, 8 p., 3 cartes h-t., ed. de l'ORSTOM, Paris.

HYDROBIOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq- UFSCar-IOUSP

ÉTUDES DU CYCLE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS LES SYSTÈMES AQUATIQUES

Localisation

université fédérale de São Carlos (UFSCar), São Carlos, État de São Paulo
et Institut d'océanographie de l'université de São Paulo
(IOUSP), São Paulo

Chercheur ORSTOM

Jean-Pierre CARMOUZE

Partenaire responsable

Pr José G. TUNDIZI (UFSCar)

Durée du projet

mai 1984 à mai 1986

HISTORIQUE

La biochimie des écosystèmes aquatiques : une discipline peu enseignée

L'origine de ce projet remonte à la visite de José D. TUNDIZI, professeur à l'université de São Carlos, au Centre de recherches océanographiques d'Abidjan en 1982, centre où est affecté J.-P. CARMOUZE. Le professeur TUNDIZI tente, à cette époque, de développer des recherches dans le domaine de la biogéochimie des écosystèmes aquatiques, spécialité encore peu enseignée et diffusée au Brésil à cette époque, en dépit des problèmes d'environnement causés par l'impact de l'homme tant sur les milieux lagunaires que continentaux. Il propose donc l'élaboration d'un projet de recherche sur l'eutrophisation des lacs de barrage de l'État de São Paulo. Il est alors décidé que le chercheur français pourrait travailler six mois par an à l'université fédérale de São Carlos (USPCar) avec le Pr TUNDIZI et six mois à l'Institut océanographique de l'université de São Paulo (IOUSP) avec le Pr J. Carneiro da SILVA. Le projet est accepté par le CNPq et J.-P. CARMOUZE arrive au Brésil en mai 1984.

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

L'eutrophisation : le problème à étudier

Le projet dans son ensemble vise à étudier les interactions entre les cycles des éléments nutritifs et la production primaire de phytoplancton dans les lacs naturels, les lacs artificiels et les eaux littorales marines. Le programme établi à l'UFSCar comporte l'étude de l'eutrophisation des lacs de barrages de l'État de São Paulo : comparaison du métabolisme de base d'un milieu eutrophe (lac de Barra Bonita) situé au centre d'une région de culture de canne à sucre qui reçoit de grandes quantités de matières azotées avec celui d'un milieu de référence non eutrophe (lac de Broa). Pour ce faire une cloche hémisphérique en plexiglass d'un volume de 55 litres comportant un circuit et une cellule de mesure du pH, de la pression et de l'oxygène à la surface eau/sédiment est construite. Le programme conduit à l'IOUSP et qui s'intitule « **Interactions biogéochimiques et production primaire à l'interface du complexe lagunaire de Cananeia** » a également trait au cycle des éléments nutritifs et au bilan des eaux littorales et comporte une partie importante de cours de post-graduation et de formation du personnel. L'étude de la production et de la minéralisation de la matière organique à l'interface lagune-mangrove de la lagune de Cananeia (Baie de Ibatuba) est, dans cette optique, privilégiée. Il se déroulera en 1985 et est financé par la FAPESP, Fondation d'aide à la recherche très efficace de l'État de São Paulo.

ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

Fin précoce du projet

Malgré la réalisation d'une série de travaux prévus dans le cadre de ces programmes, de cours et d'orientations techniques et scientifiques, et la publication d'articles dans des revues de haut niveau, le départ du Pr TUNDISI pour l'USP, une absence de partenaires et d'élèves fortement motivés et une situation relationnelle tendue à l'UFSCar provoque, après moins de deux années de fonctionnement, la fin précoce du projet conduit à São Carlos. A l'IOUSP, l'engagement de l'ensemble du personnel à un vaste programme d'étude de la productivité des eaux de la région côtière de Ubatuba ne permet pas la totale réalisation du projet avec l'ORSTOM. Le chercheur français investira l'acquis de la réflexion et de l'expérience de ces deux années dans un nouveau projet de même nature monté avec l'université fédérale Fluminense à Niteroi (UFF) de Rio de Janeiro.

L'étude de Cananeia a donné lieu à la rédaction d'un volumineux rapport dans lequel sont consignés des résultats fort intéressants sur les échanges de matière entre la lagune et la mangrove associée au niveau de trois types distincts de marigots et sur l'évolution des communautés phyto et zooplanctoniques à l'intérieur de ces marigots. Malheureusement le caractère ponctuel de cette étude n'a pas permis la publication de ces résultats dans une revue internationale.

TRAVAIL PUBLIÉ

GIANESSELLA-GALVÃO, S., CARMOUZE, J.-P., ABE, D.S., AIDAR-ARAGON, E., SARTI, C.
1985. Interações biogeoquímicas e produção primária na interface do complexo estuário-lagunar de Cananeia com manguezal. Rapport FAPESP, São Paulo, 176 p.

HYDROBIOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq-UFSCAR

IMPACT DU BROUTAGE ET DE LA PRÉDATION DES POISSONS PLANCTOPHAGES SUR LA PRODUCTIVITÉ DES LACS DE BARRAGE TROPICAUX

Localisation

Université Fédérale de São Carlos (UFSCar), São Carlos, Etat de São Paulo

Chercheur ORSTOM

Xavier LAZZARO, hydrobiologiste

Partenaire responsable

Pr José G. TUNDIZI (UFSCar)

Durée du projet

de juillet 1983 à décembre 1987

HISTORIQUE

L'origine du projet

A l'origine du projet est la rencontre de X. LAZZARO et de Christian LÉVÊQUE, responsable du Département eaux Continentales de l'ORSTOM à cette époque, avec le professeur José G. TUNDIZI alors président de la Société brésilienne de limnologie, lors de la tenue du Tropical Zooplankton Workshop, organisé dans le cadre de la Société Internationale de limnologie par le Pr J.G. TUNDIZI et Henri J. DUMONT, éditeur-en-chef de la revue internationale Hydrobiologie, à São Carlos, SP, du 6-11 décembre 1982. La récente expérience professionnelle acquise par X. LAZZARO aux USA sur l'impact des poissons planctophages sur les communautés planctoniques cadrerait bien avec les priorités de recherches brésiennes sur les réservoirs de l'Etat de São Paulo. Les discussions ont abouti sur l'élaboration d'un projet portant sur le rôle des interactions trophiques entre communautés de plancton et de poissons dans le fonctionnement de la zone pélagique de ces écosystèmes tropicaux. Initialement impliqué pour deux ans, le projet s'est, en fait, prolongé quatre ans et demi à l'Universidade Federal de São

Carlos, et s'est déroulé dans le cadre des recherches du laboratoire de limnologie sur le réservoir de Broa (Lobo), SP, et de l'enseignement du programme de mestrado du Département de sciences biologiques, sur un financement CNPq/ORSTOM.

Les objectifs du projet

Ces objectifs étaient doubles. Il s'agissait en effet :

- de développer des recherches expérimentales (1) au laboratoire, sur le comportement alimentaire de poissons zooplanctophages (lambari, *Astyanax fasciatus*) et omnivores (tilapia du Congo, *Tilapia rendalli*, et acará, *Geophagus brasiliensis*) du réservoir de Broa et (2) en enceintes *in situ* (tubes flottants de 3m³ en polyéthylène et enceintes de 20m³ en vinyl ancrées au fond), sur les effets en cascade de ces différentes espèces de planctophages sur la structure et dynamique du zooplancton et phytoplancton. Ces recherches pluridisciplinaires ont des applications pratiques, par le biais des biomanipulations, dans l'amélioration de la qualité des eaux (augmentation de la transparence ; réduction de l'abondance algale) et le maintien de la productivité piscicole (par stockage d'espèces planctophages servant de proies aux prédateurs terminaux) ;
- de former par la recherche (stages, bourses d'études et séminaires) de jeunes chercheurs brésiliens en limnologie sur les techniques d'échantillonnage ; les méthodes analytiques (physico-chimie, production primaire, comptages de zooplancton et algues) ; l'expérimentation (quantification de comportements alimentaires en laboratoire, plus plans d'expériences de type factoriel en enceintes extérieures) ; l'analyse des données et la publication des résultats.

Les équipes bilatérales impliquées

Ces équipes travaillaient en collaboration avec le Dr J.G. TUNDISI (USP/CRHEA) et la Dr Takako MATSUMURA-TUNDISI (UFSCar) et comprenaient : à l'UFSCar, 4 chercheurs, 2 techniciens, 1-2 étudiants (temps partiel) ; à l'USP : 1 chercheur, 4 techniciens, 1-2 étudiants (temps partiel).

Laboratoires impliqués : le laboratoire de limnologie, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), et le laboratoire de limnologie, CRHEA, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo (USP).

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS PRINCIPALES

Intitulés des projets et financements

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G., 1987-1988.

Projet « Impacto do grazing e da predação dos peixes planctívoros sobre as estruturas e produtividade das comunidades fito-e zooplânctônicas do Broa. » Financement CNPq/Cooperação Internacional. N° do processo : 1.15.10.008/84. Total : Cr\$ 419.840,00. Lab. de Limnologia, UFSCar, juin 1987, 3 p.

Starling, F.L. ; Lazzaro, X. ; Rocha, A.J. 1987

Projet d'expérimentation (enceintes flottantes, laboratoire) de la capacité du « mapara » (*Hypothalmus edentatus*), poisson filtreur planctophage, d'éliminer les blooms d'algues ; en particulier de cyanophycées, dans le lac de barrage d'Itaipú. Sur demande du Dr José Roberto BORGHETTI, responsable du Dept° de Meio-Ambiente, Itaipu Binacional, Foz d'Iguaçu, PR, Brésil. Intérêt d'Eletronorte de développer le même projet sur le lac de barrage de Tucuruí.

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G. 1986-1987

Projet « Impacto do grazing e da predação dos peixes planctívoros sobre as estruturas e produtividade das comunidades fito-e zooplancônicas do Broa. » Financement CNPq/-Cooperação Internacional. N° do processo : 0107.4153.036/86. Total : Cr\$ 205.000,00. Lab. de Limnologia, UFSCar, 18 septembre 1986, 6 p. Financement ORSTOM : 4 KF.

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G. 1985-1986

Projet « Impacto do grazing e da predação dos peixes planctívoros sobre as estruturas e produtividade das comunidades fito-e zooplancônicas do Broa. » Financement CNPq/-Cooperação Internacional. N° do processo : 008/84. Total : Cr\$ 47.600.000,00. Lab. de Limnologia, UFSCar, 23 octobre 1985, 2 p. Financement ORSTOM : 76 KF.

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G. 1985

Projet « Impacto do grazing e da predação dos peixes planctívoros sobre as estruturas e produtividade das comunidades fito-e zooplancônicas do Broa. » Financement CNPq/-Cooperação Internacional. N° do processo : 300.3.017.0/85. total : Cr\$ 12.000.000,00. Lab. de Limnologia, UFSCar, 11. septembre 1985, 15 p.

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G. 1985

Projet « Impacto do grazing e da predação dos peixes planctívoros sobre as estruturas e produtividade das comunidades fito-e zooplancônicas do Impacto do Grazing e da Predação dos Peixes Planctívoros sobre as Estruturas e produtividade das Comunidades Fito-e Zooplancônicas do Broa. » Financement CNPq/-Cooperação Internacional. N° do processo : 115.100.08/84. Total : Cr\$ 13.000.000,00. Lab. de Limnologia, UFSCar, 11 septembre 1985, 2 p.

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G. 1984

Proposition de projet « Análise experimental do impacto direto e indireto do « grazing » e da predação dos peixes planctívoros sobre as estruturas e produtividade das comunidades fito-e zooplancônicas do reservatório do Broa (São Carlos, SP) ». Proposta de Biomanipulação para Restauração de Ecossistemas Aquáticos. Plano de trabalho do CNPq/-Cooperação Internacional. N° do processo : 1.15.10.021/82. PredaZoo. Total : Cr\$ 17.000.000,00. Lab. de Limnologia, UFSCar, 28 mars 1984, 26 p.

Lazzaro, X. ; Tundisi, J.G. 1983

Projet « Impacto de peixes planctofágos no ecossistema lacustre. » Relatório de Atividades 1983 ao CNPq/-Cooperação Internacional. N° do processo : 1.15.10.021/82 - PredaZoo. Lab. de Limnologia, UFSCar, 10 p.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Résultats

L'ensemble des publications, des participations à des congrès/tables rondes, et des enseignements dispensés sont représentatifs de l'effort pour mener de front à la fois une recherche de type universitaire et un aspect formation/valorisation. Les résultats majeurs sont la collaboration avec les chercheurs seniors brésiliens ; la participation directe ou indirecte à la formation de jeunes chercheurs, et le développement de l'étude des cascades trophiques poissons-plancton dans le cadre des recherches prioritaires de la Sociedade Brasileira de Limnologia (cf. participation sur invitation par la SBL au III Congresso Brasileiro de Limnologia à Porto Alegre en 1990 et au IV Congresso à Manaus en 1992).

Publications

- LAZZARO, X. 1987. A review of planktivorous fishes : their evolution, feeding behaviors, selectivities ; and impacts. *Hydrobiologia*, 146 : 97-167.
- LAZZARO, X. 1991. Feeding convergence in South American and African zooplanktivorous cichlids *Geophagus brasiliensis* and *Tilapia rendalli*. *Envir. Biol. Fishes* 31 : 283-293.
- LAZZARO, X. ; RAMOS, D. (en prép.). Filtering rates of two cichlids, *Geophagus brasiliensis* and *Tilapia rendalli*.
- LAZZARO, X. ; RIBEIRO, D.M. (en prép.). Feeding behaviors, selectivities and rates of an erythrinid post-larvae *Hoplias lacerdae*, on zooplankton.
- LAZZARO, X. ; TUNDISI, J.G. ; MATSUMURA-TUNDISI, T. (en prép.). Impacts of two omnivorous cichlids (*Tilapia rendalli* and *Geophagus brasiliensis*) and one planktivorous characid (*Astyanax fasciatus*) on the plankton and water quality of a subtropical oligotrophic reservoir (Broa, São Carlos, SP, Brazil).

Rapports internes et littérature grise

- LAZZARO, X. 1986. Interactions Between Planktivorous Fishes, Zooplankton, and Phytoplankton : a Mechanistic Species-Interactive Model. UFSCar, 16 p.
- LAZZARO, X. 1985. Ecologia Alimentar dos peixes Planctófagos e Interações Fitoplancton-Zooplankton-Peixes. Notes de cours. II Curso Internacional Avançado : Métodos em Limnologia, CRHEA/USP : BROA, 6 p.
- LAZZARO, X. 1984. Rapport d'activités ouvert au Dept. C-UR1 - Période octobre 1983 - octobre 1984. UFSCar, 28 septembre 1984, 14 p.
- LAZZARO, X. 1983. Rapport d'Activités ouvert au Dept. C-UR1 - Période octobre 1978 - octobre 1983. UFSCar, 28 septembre 1983, 12 p.

Communications orales

- LAZZARO, X. 1990. « Problemas de « pseudo-replicação » nas análises de experimentos de campo. » Table ronde « Amostragem em Limnologia : da Teoria à Prática ». 3º Congresso Brasileiro de Limnologia, Sociedade Brasileira de Limnologia, Porto Alegre, RS, Brésil, 22-26 juillet 1990.
- LAZZARO, X. ; DRENNER, R.W. ; SMITH, J.D. ; STEIN, R.A. 1990. Estudo comparativo dos impactos de peixes planctófagos predadores visuais e filtradores sobre a qualidade da água e as comunidades planctônicas. 3º Congresso Brasileiro de Limnologia, Sociedade Brasileira de Limnologia, Porto Alegre, RS, Brésil, 22-26 Juillet 1990.
- LAZZARO, X. 1986. Interactions between planktivorous fishes, zooplankton, and phytoplankton : a mechanistic species-interactive model. 5th ISEM Meeting, IVth International Congress of Ecology, State University of New York & Syracuse University, Syracuse, NY, USA, 10-16 août 1986.
- LAZZARO, X. 1984. Filter-feeding rates and selectivities of two cichlids on the zooplankton of Broa Reservoir (São Carlos, SP). 36ª Reunião Anual da SBPC, Universidade de São Paulo (USP), Brasil, 4-11 juillet 1984.
- LAZZARO, X. ; RIBEIRO, D.M. 1984. Comportamento alimentar, seletividade e taxa de alimentação das larvas de *Hoplias lacerdae* (Erythrinidae, « trairão »). III Encontro Anual de Aquicultura de Minas Gerais, Escola Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Igarapé, MG, Brésil, 19-21 juillet 1984.

- LAZZARO, X. 1984. Filter-feeding rates and selectivities of two cichlids on the zooplankton of Broa Reservoir. IV Simpósio Nipo-Brasileiro de Ciência e Tecnologia, Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo (USP), Brésil, 7-8 août 1984.
- LAZZARO, X. ; DRENNER, R.W. 1982. Feeding rate and electivity of a planktivorous cichlid as a function of particle size. International Workshop on Tropical Zooplankton, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), SP, Brésil, 6-11 décembre 1982.

Enseignements dispensés

- Instructeur du cours : « Prédation en écosystèmes aquatiques et relations trophiques poissons-plancton » (env. 20 heures) dans le cadre du cours de limnologie « III^o Curso internacional avançado de especialização em innologia e manejo de reservatorios. » (env. 20 étudiants sud-américains) organisé par le Dr J.G. TUNDISI, 5 mars-17 avril 1987, CHREA/USP/BROA, São Carlos, SP, Brésil.
- Instructeur du cours : « Ecologie alimentaire des poissons planctophages et interactions phyto-plancton-zooplancton-poissons » (env. 20 heures) dans le cadre du cours de limnologie « II^o Curso internacional avançado de métodos em limnologia » (env. 20 étudiants sud-américains) organisé par le Dr J.G. TUNDISI, 15 mars-15 avril 1985, CHREA/USP/BROA, São Carlos, SP, Brésil.
- Instructeur du cours : « Prédation de poissons sur le zooplancton, discussion théorique, montage d'expériences de predation en laboratoire, analyse et discussion des résultats » (cours et travaux pratique env. 12 heures) dans le cadre du cours « I^o Curso internacional avançado de métodos em limnologia » (12 étudiants sud-américains) organisé par le Dr J.G. TUNDISI, 16 janvier-7 février 1984, CHREA/USP/BROA, São Carlos, SP, Brésil.

Participation à des réunions de travail

- Problèmes d'échantillonnage en limnologie : participation à la table ronde « Echantillonnage en limnologie : de la théorie à la pratique », 3^o Congresso Brasileiro de Limnologia, Porto Alegre, RS, Brésil, sur l'invitation des Drs M. PETRERE Jr. (UNESP-Rio Claro, SP), A. SCHWARZBOLD (UFRGS-Porto Alegre, RS), D. BICUDO (Instituto de Botânica-USP, SP) & M. ARCIFA (USP-Ribeirão Preto, SP).
- Méthodologies de comptages du phytoplancton : planification d'un test comparatif des différentes méthodes et propositions d'une méthodologie standard pour l'ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Invitation des Drs C. BICUDO, D. BICUDO (Instituto de Botânica, USP, São Paulo) et V.L. HUSZAR (Dept^o de Botânica, Museu Nacional, Rio de Janeiro). São Paulo, Brésil, juin 1987.
- Participation aux débats de « Encontro internacional sob modelo matematicos e ecológicos aplicados a reservatórios da Amazônia ». Sur invitation d'Eletronorte-LCC/CNPq, Rio de Janeiro, 21-25 mai 1984.

Opérations de valorisation

- Mise au point de programmes de calculs (langage Basic sur HP71) de la productivité primaire (méthode au ¹⁴C des concentrations en chlorophylle + phéopigments (méthode à l'acétone), de l'alcalinité et des différentes formes de carbone dissous (méthode de Gran), de l'oxygène dissous et % de saturation (méthode de Winkler) mis à la disposition des collègues de l'SBL (Société brésilienne de limnologie). Utilisation sur compatibles IBM après modifications mineures de syntaxe.

- Rédaction d'une nouvelle rubrique « Limninfos » pour le Bulletin bimestriel de la Sociedade Brasileira de Limnologia : liste des nouveaux livres avec sommaires, nouvelles revues ; dates des futurs symposiums et congrès.
- Mise au point d'enceintes expérimentales immergées ('mesocosmos' ou Limnocurais'), de plans d'expérience et de stratégies d'échantillonnage pour l'étude des interactions entre poissons, plancton et qualité de l'eau.

PARTENARIAT ET FORMATION

Etudiants et Stagiaires encadrés

■ **En 1987 :**

Encadrement de Fernando Luís do Rego MONTEIRO STARLING, étudiant du Département de biologie végétale de l'université de Brasília (orientateur : Dr Antônio José A. ROCHA) pendant la réalisation de sa thèse de Mestrado. Titre : « Estudo Experimental dos Impactos de Peixes Plancetófagos sobre a Comunidade Plantônica e a qualidade da água no Lago Paranoá, Brasília, DF ». Soutenue en novembre 1989.

■ **En 1987 :**

Dans le cadre du projet de coopération CNPq-ORSTOM, organisation d'un stage de six mois (août 1987-janvier 1988 ; financement ORSTOM) sur l'écologie et la systématique des rotifères pour Abílio Lopez de O. NETO (étudiant du lab. de limnologie de l'UFSCar) aux laboratoires des Dr Roger POURRIOT (ENS-Paris), Henri DUMONT et Margarita de RIDDER (Institut d'écologie-université de Ghent-Belgique).

■ **En 1985-1986 :**

Encadrement de Denise A. RAMOS (étudiante du lab. de Limnologia), formation théorique et pratique aux interactions phytoplancton-zooplancton-poissons, participation aux expériences de laboratoires et de terrain.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Le chercheur français pense que **l'ORSTOM a un rôle beaucoup plus important à jouer dans le développement de la limnologie au Brésil** (et en Amérique du Sud en général). Cette coopération est particulièrement prometteuse compte tenu des problèmes à résoudre, de la variété des situations rencontrées, de la **qualité et du dynamisme de la communauté scientifique** universitaire brésilienne et des aspects recherche et formation/valorisation qui peuvent être menés dans ce pays.

HYDROBIOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq-UFF PROCESSUS D'EUTROPHISATION DES LAGUNES DU LITTORAL DE L'ÉTAT DE RIO DE JANEIRO

Localisation

université fédérale Fluminense (UFF), Niteroi, Etat de Rio de Janeiro (RJ)

Chercheur ORSTOM

Jean-Pierre CARMOUZE

Partenaire responsable

Pr Jorge ABRÃO (UFF), puis Pr Drude de LACERDA

Durée du projet

1986-1992

HISTORIQUE

Sur invitation du Pr Jorge. ABRÃO, J.-P. CARMOUZE intègre en 1866 le Département de géochimie de l'université fédérale Fluminense pour participer à un projet de recherche sur la géochimie de l'environnement du littoral de l'Etat de Rio de Janeiro financé par la FINEP et pour participer au développement du cours de post-graduation du Département (enseignement et thèses).

OBJECTIFS

Les lagunes côtières de l'Etat de Rio de Janeiro sont profondément perturbées, depuis une vingtaine d'années, par un déboisement intensif des bassins versants et une forte urbanisation des zones riveraines.

L'objectif général est de définir les relations entre la structure et le fonctionnement de l'écosystème et de suivre l'évolution de ces relations dans l'espace et dans le temps. Les lagunes de l'Etat du Rio de Janeiro se prêtent à ce genre d'étude. En effet, elles sont associées à des envi-

ronnements inégalement perturbés par l'homme et hautement variables dans le temps, présentant un champ expérimental excellent pour l'étude du processus complexe d'eutrophisation.

Le produit attendu est une somme de connaissances de base permettant de mettre en application une politique de récupération de ces lagunes.

ACTIVITÉS PRINCIPALES

La première lagune à être étudiée a été celle de Saquarema. L'étude des interactions métaboliques à l'interface eau-sédiment a duré de 1986 à 1990 et a nécessité la réalisation de 12 campagnes de mesures. A partir d'octobre 1990, le projet a porté sur l'eutrophisation et la mortalité des poissons dans la lagune de Maricá durant la saison chaude. Elle comprend une étude des métabolismes de la colonne d'eau ; du phytoplancton ; des toxines secrétées par les cyanophycées ; du zooplancton et des protozoaires ; de l'état physiologique des poissons. Ce projet a progressivement acquis une dimension pluridisciplinaire et va être étendu à d'autres milieux lagunaires de la région. Il s'insère maintenant dans le cadre d'un projet plus vaste intitulé « ECOLAG ».

L'activité du chercheur français se divise maintenant entre, d'une part, l'animation de ce nouveau groupe pluridisciplinaire et, d'autre part, la réalisation de la partie recherche qui lui incombe sur le métabolisme de l'écosystème et sa gestion des éléments biogéochimiques. Cette dernière activité inclut la formation des élèves et la préparation de thèses.

RÉSULTATS OBTENUS

Etudes méthodologiques

Une bonne part du temps de J.-P. CARMOUZE au cours des premières années a été consacrée à la mise au point de méthodes analytiques pour l'étude du métabolisme des écosystèmes lagunaires et du cycle des éléments biogènes. Ce travail comporte quelques innovations :

- une méthode pHmétrique de détermination du CO_2 total en milieux à salinités variables pour l'évaluation des taux métaboliques (production/respiration) ;
- une méthode potentiométrique de détermination du carbone organique dissous, applicable à des eaux de salinités atteignant 25 ‰ ;
- un appareil de collecte d'eaux interstitielles basé sur un principe nouveau. Une publication de cet appareil est en préparation pour une revue de langue anglaise ;
- un ensemble de techniques analytiques a été adaptée à l'échelle semi-micrométrique.

Les résultats de cette recherche ont été en partie divulgués lors d'une table ronde organisée par le chercheur français à l'occasion du congrès de limnologie de Cuiabá en août 1989.

Sur demande de l'Association de Limnologie, J.-P. CARMOUZE a écrit un livre sur **le métabolisme des écosystèmes aquatiques** (sortie prévue fin 1993 début 1994).

Étude de milieux

■ La lagune de Saquarema

L'étude biogéochimique de la lagune de Saquarema a permis d'évaluer l'impact de la pollution domestique sur le métabolisme et sur les peuplements planctoniques du milieu, en comparant deux compartiments, l'un atteint par la pollution, l'autre non. Les principales publications sont présentées en fin de dossier.

■ La lagune de Maricá

L'étude de la lagune de Maricá, par son approche pluridisciplinaire, donne une vision plus complète sur le fonctionnement du système. Une explication des mortalités de poissons qui a lieu tous les ans a pu être établie.

A la suite de successions écologiques dans le peuplement de phytoplancton, une seule espèce de cyanobactéries *Synechosisis* parvient à prédominer. Cette espèce, lors de son déclin, produit des toxines qui se maintiennent à l'intérieur de l'organisme. Les *Savelhas* (famille des Clupides) qui en sont les principaux consommateurs rapidement s'intoxiquent et meurent d'hémorragie.

Une première note sous forme de rapport interne a été diffusée : « **Mortalité de poissons dans le système lagunaire de Maricá en février 1991** ».

PARTENARIAT ET FORMATION

Le partenaire officiel était jusqu'à ce jour le coordinateur du cours de post-graduation, le professeur ABRÃO. A la suite de son départ du Département pour une durée d'un an, il a été remplacé par le nouveau coordinateur, le professeur Drude de LACERDA.

Les partenaires scientifiques sont les professeurs cités dans la partie historique.

Ce projet, qui est réalisé dans un cadre universitaire, accorde une place importante à la formation et une grande partie du temps du chercheur français est ainsi consacrée à l'encadrement des étudiants. Il dispense un cours de biogéochimie aquatique de 35-40 heures par an pour les élèves de Post-Graduation et ceux du doctorat du Département de géochimie de l'UFF, et anime et coordonne les activités de recherche du projet ECOLAG. Ce projet comprend, outre la participation du laboratoire de biogéochimie aquatique qu'il a monté en 1986 au Département de géochimie de l'UFF, celle de cinq laboratoires. Il s'agit des laboratoires de phycologie du musée national de Rio pour le phytoplancton (responsable V. HUZSAR), de microbiologie (responsable A. HAGLER), de zoologie de l'USP-Ribeirão Preto (SP) pour le zooplancton (responsable M. ARCIFA) et de cultures d'algues du NPPN-UFRRJ pour l'étude de la toxicité des Cyanophycées (responsable S. AZEVEDO).

De l'étude de la lagune de Saquarema, cinq thèses de mestrado ont été réalisées et présentées sous son orientation :

- **MOREIRA, A.L.** ; avril 1989. « Estados Tróficos da Laguna de Saquarema num ciclo anual ».
- **VASCONCELOS, P.** ; mai 1991. « O metabolismo da laguna de Saquarema em 1989 e 1990 ».
- **DOMINGOS, P.** ; octobre 1991. « As comunidades fitoplantônicas na laguna de Saquarema ».

- **PEREIRA CANTERLE, E.** ; décembre 1991. « Influência do sedimento no metabolismo da laguna de Saquarema ».
- **BELLOTO, V.** ; février 1992. « Metabolismo bêntico e reciclagem dos nutrientes na interface água-sedimentos ».

De l'étude de Maricá, sont **en cours de réalisation sept thèses de mestrado** :

- **BIAS DE FARIAS** ; juillet 1993. « O metabolismo da laguna de Maricá (out.90-maio 91) e suas alterações decorrendo de uma crise distrófica acompanhada de mortandade de peixes ».
- **SAMPAIO, D'E.C.** ; octobre 1993. « A decomposição da matéria orgânica e a reciclagem dos nutrientes na laguna de Maricá num período (out. 90-maio 91) marcada por uma crise distrófica e por mortandade de peixes ».
- **KUROSHIMA, K.N.** ; août 1994. « Evolução das atividades pelágicas e bênticas da laguna de Maricá num ciclo anual (set. 92-agosto 93) ».
- **SILVA LINZ, V.** ; décembre 1994. « Relações entre o metabolismo da laguna de Maricá e a reciclagem dos nutrientes na interface água-sedimento num ciclo anual (out. 91-set. 92) ».
- **PEREIRA FILHO, J.** ; juillet 1994. « As atividades biológicas pelágicas e bênticas na laguna de Maricá de outubro 91 até agosto 93 : variações interanuais e fatores hidroclimáticos de controle ».
- **NASCIMENTO, S.M.** ; juillet 1995. « A comunidade e protozoários na laguna de Maricá, sua dinâmica e suas relações com as de phytoplâncton e de zooplâncton (outubro 91-agosto 93) ».
- et une **thèse de doctorat de P. DOMINGOS** dont la soutenance est prévue pour décembre 1995. Deux autres thèses de doctorat sont réalisées au laboratoire de biogéochimie aquatique qui a été monté avec l'appui de l'ORSTOM pour réaliser les projets « Saquarema et Maricá ». Il s'agit de **G.T. ARAGON** qui prépare une thèse sur les processus de décomposition anaérobie de la litière de la mangrove de Sepetiba (Etat de Rio de Janeiro), échéance prévue en décembre 1993 et de **I. de M. G. CABRAL** qui commence une thèse sur la biogéochimie de deux lagunes côtières de l'Etat de Rio Grande do Norte.

DIFFUSION DE L'INFORMATION ET VALORISATION

La divulgation des résultats portant sur les lagunes comprend :

- **Quatre articles publiés dans des revues internationales** (voir principales publications en fin de dossier) :

CARMOUZE, J.-P. ; VASCONCELOS, P. « The eutrophization of the lagoon of Saquarema », paru dans la revue *The Science of total Environment* en 1992.

COSTA MOREIRA, A. ; CARMOUZE, J.-P. « La lagune de Saquarema (Brésil) : hydroclimat, matière organique, biomasse phytoplancionique », paru dans la *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, en 1991.

CARMOUZE, J.-P. ; KNOPPERS, B. ; VASCONCELOS, P. « Metabolisme of a shallow tropical Brazilian lagoon », paru dans la revue *Biogeochemistry*, en 1991.

KNOPPERS, B. ; KJERVE, B. ; CARMOUZE, J.-P. « Trophic state and water turnover in six choked coastal lagoons in Brazil », paru dans la revue *Biogeochemistry*, en 1991.

■ **Présentation de communications à des congrès internationaux**

The eutrophization of the lagoon of Saquarema par J.-P. CARMOUZE et P. VASCONCELOS. International Conference in marine Coastal Eutrophization, Bologne, Italie, 21-24 mars 1990. Publié dans les Proceedings du congrès.

Ecological changes in a Brazilian tropical lagoon related to dystrophic crisis. I Chemical cycling and metabolism community par J.-P. CARMOUZE, B. FARIAS, C.S. d'ELIA et V.A. SILVA. Congrès SIL, Barcelone, août 1992. Publié dans les Proceedings du congrès.

Ecological changes in a Brazilian tropical lagoon related to dystrophic crisis. II The planktonic community par P. DOMINGOS, V. HUZSAR, M.S. ARCIFA, et M.S. CASTILHO. Congrès SIL, Barcelone, août 1992.

■ **Présentation de communications en congrès nationaux**

Il s'agit de 14 manifestations nationales dont celles de l'ABEQUA (São Paulo, 1989) ; du symposium et du congrès d'Océanographie de l'USP (São Paulo, 1989), des Congrès brésiliens de Géochimie (Rio de Janeiro, 1989) ; de Limnologie (Porto Alegre, 1990) ; de Gestion d'écosystème (Rio de Janeiro, 1992), etc.

■ **Réalisation d'un ouvrage intitulé « Metabolismo dos ecossistemas aquáticos »**

Cet ouvrage, commandé par la Société brésilienne de Limnologie vient d'être achevé. La compagnie des Eaux de l'Etat de São Paulo devrait prendre en charge son édition. Il décrit les méthodes d'étude du métabolisme pélagique et benthique et du cycle des éléments biogéniques qui ont été développées au cours du projet de recherche sur les lagunes fluminenses. La première moitié du livre est consacrée aux aspects conceptuels de l'approche biogéochimique et aux bases théoriques indispensables. Des notions de thermodynamique sont introduites dans le double objectif d'expliquer la hiérarchie et les relations de dépendances énergétiques qui s'établissent à l'intérieur de la biota et d'élaborer un modèle d'équilibres chimiques dans les eaux, principalement destiné à l'étude du métabolisme du carbone dans l'écosystème. Des modèles stoechiométriques sont proposés pour traiter les résultats en termes de processus. La seconde partie du livre porte sur les techniques analytiques. Les méthodes d'analyse des eaux ont été adaptées à une échelle semi-micrométrique. Une technique originale d'extraction d'eaux interstitielles a été mise au point. Des modifications analytiques sont décrites dans le cas des eaux interstitielles anoxiques.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Après dix-huit ans d'activité à l'ORSTOM, répartis entre trois affectations (Tchad, Bolivie, Côte-d'Ivoire), le chercheur français avoue avoir fini par trouver, au Brésil, un sens au mot coopération. Dans un domaine où les résultats de la recherche ne débouchent pas directement sur l'application, notre coopération, dit-il, **ne prend tout son sens que si nous contribuons à la formation de jeunes professeurs et chercheurs. Au Brésil cela est possible et très encourageant.**

PRINCIPALES PUBLICATIONS

CARMOUZE, J.-P. 1986. Alkalinity as a useful measure in biogeochemical process studies [examples of anaerobic photosynthesis and anaerobic mineralization of organic matter in a tropical lagoon. *The Science of the Total Environment*, 58 : 187-193.

CARMOUZE, J.-P. ; GIANESSELLA-GALVÃO, ; NISHIHARA, L. 1987. Anaerobic mineralization of a mangrove forest litter [lagoon of Cananéia, Brazil]. Development of a biochemometric model. *The Science of the Total Environment*, suppl. : 140-149.

CARMOUZE, J.-P. ; BARROSO, L.V. 1989. Recent environmental modifications of the lagoon of Saquarema and its Watershed. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo (Brazil), May 8-12, 1989

CARMOUZE, J.-P. ; VASCONCELOS, P. 1992. The eutrophication of the lagoon of Saquarema. *Science of the Total Environment*, suppl. 851-859.

Les taux de production et de minéralisation de matière organique dans une lagune eutrophisée et peu profonde (Saquarema, Etat de Rio de Janeiro, Brésil) ont été mesurés par la consommation/production de O_2 et CO_2 total dans des séries de flacons incubés in situ et directement dans la colonne d'eau. L'étude a porté sur un an, comprenant 25 cycles de 24 h. Le métabolisme de ce type de lagune tropicale, eutrophisée et peu profonde, semble être équilibré, c'est-à-dire que les activités autotrophiques et hétérotrophiques ont tendance à s'équilibrer, tout en assurant un renouvellement élevé de la matière organique.

KNOPPERS, B. ; KJERVE, B. ; CARMOUZE, J.-P. 1991. Trophic state and hydrodynamic turnover in six choked coastal lagoons in Brazil. *Biogeochemistry*, vol. XIV (2) : 149-166.

La comparaison des concentrations en phosphore total, en chlorophylle a, des apports de nutriments et des taux de renouvellement des eaux de six lagunes côtières à faible influence de marée, situées dans l'Etat de Rio de Janeiro, montre que l'état trophique de ces lagunes est relié au taux de renouvellement des eaux. Le temps de renouvellement a été calculé comme le demi-temps de résidence des eaux dans le milieu lagunaire, à partir des pluies, de l'évaporation, du ruissellement et des échanges d'eaux par les marées. Les états trophiques ont été évalués à partir du contenu des eaux lagunaires en nutriments, phosphore total et chlorophylle a. Les demi-temps de résidence des eaux sont compris entre 1 et 27 jours, les apports annuels en phosphore total entre 3 et 18 $mg/m^2/jour$ et les quantités de chlorophylle a entre 6 et 169 mg/m^2 .

CARMOUZE, J.-P. ; KNOPPERS, B. ; VASCONCELOS, P. 1991. Metabolism of a subtropical brazilian lagoon. *Biogeochemistry*, vol. 14 (2) : 129-148.

Le métabolisme des communautés phytoplanctoniques et benthiques a été mesuré en utilisant la méthode directe d'évaluation de la production et de la consommation de CO_2 dans l'eau libre au cours d'un cycle annuel en deux régions de la lagune de Saquarema.

COSTA-MOREIRA, A.L ; CARMOUZE, J.-P. 1991. La lagune de Saquarema (Brésil) : hydroclimat, seston et éléments biogéniques au cours d'un cycle annuel. *Revue Hydrobiol. Tropic.*, 24 (1) : 13-23.

La lagune de Saquarema fait partie d'une série de lagunes côtières de l'Etat de Rio de Janeiro soumises à des degrés divers à la pression anthropique. Une description de son environnement est présentée, portant sur l'évolution de l'hydroclimat, du seston et des éléments biogéniques dissous au cours de 1987. Il est observé une grande variabilité temporelle, contrôlée principalement par l'alternance brusque d'eaux d'origine continentale et marine et aussi par un gradient spatial bien marqué, provenant d'une subdivision de la lagune en un compartiment à plus forte influence continentale, non pollué, et à un autre à influence marine atteint par la pollution domestique. Cette lagune passe d'un état modérément eutrophe en hiver à un état hypereutrophe en été qui peut conduire à une crise dystrophique suivie de mortalité de poissons.

CARMOUZE, J.-P. - An improved pH-alkalinity method of total CO_2 determination for metabolism studies of aquatic ecosystem (soumis à *Hydrobiologie*).

HYDROBIOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

ÉTUDE DE LA SYSTÉMATIQUE, DE LA BIOGÉOGRAPHIE ET DE L'AUTOÉCOLOGIE DES ORGANISMES AQUATIQUES DU BASSIN AMAZONIEN

Localisation

Institut de recherche amazonien (INPA), Manaus (AM)

Chercheurs ORSTOM responsables

Bernard de MÉRONA, hydrobiologiste, 1981-1987 ;

Olga ODINETZ-COLLART, carcinologue, 1988-1993

Autres membres de l'équipe française

Michel JÉGU, ichtyologie systématique

Équipe brésilienne

Lucia Helena Rapp PY-DANIEL, ichtyologie/systématique, INPA, coordinatrice,

Geraldo Mendes dos SANTOS, ichtyologie/systématique, INPA ;

Elizabeth Belmont JÉGU, ichtyoparasitologie, INPA ; Nelma MEDEIROS, stagiaire,

Adriana ENRICONI, stagiaire ; Carlos PALACIO, technicien ; Eliana FELDSBERG,

Jorge PORTO, Celeste NAKAYAMA : génétique/ichtyologie ; Jorge Celso MATTA,

Angela VARELLA et Vernon THATCHER : ichtyologie/parasitisme ;

Aldaleia Sprada TAVARES, botanique ; Celio MAGALHAES ,

carcinologie/systématique

Autres collaborateurs brésiliens

Walter BOEGER, UFRJ ; Delane C. KRITSKY, USA

HISTORIQUE

Créée en 1979, à la suite d'un accord signé entre le CNRS et l'ORSTOM, l'antenne ORSTOM à l'INPA a, suite à deux missions de chercheurs de l'Office à Manaus, été choisie pour la réalisation de deux opérations de recherche, l'une concernant l'écologie de la forêt qui a rapidement commencé à fonctionner, l'autre ayant trait à la biologie aquatique.

La première implantation de l'hydrobiologie ORSTOM à Manaus (et en Amazonie) a été réalisée en mars 1980 à travers le projet « **Etude et mise en valeur des ressources d'eau**

douce en Amazonie », proposé au CNPq conjointement par Bernard de MÉRONA et ses partenaires de l'INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), représentés par le chercheur Geraldo Mendes dos SANTOS, coordinateur brésilien du projet.

A l'origine, la convention ne prévoyait aucune contribution financière de la part de l'ORSTOM au titre du fonctionnement, et les principaux axes de recherches ont été développés en collaboration avec les chercheurs brésiliens autour de projets nationaux (brésiliens) ayant déjà un financement au sein de l'INPA.

Les coordinateurs brésilien et français n'ayant pas répondu à une sollicitation d'explications d'un consultant brésilien du CNPq sur la méthodologie utilisée par le projet en cours, ce projet est interrompu. Bernard de MÉRONA quitte le Brésil en septembre 1988. Olga ODINETZ et M. JÉGU et une nouvelle équipe brésilienne font, en 1989 une autre proposition de recherche, intitulée « **systématique et biogéographie des organismes d'eau douce du bassin amazonien** ». Transmise par l'équipe ORSTOM/INPA au CNPq dès août 1988, sous la double coordination de Olga ODINETZ COLLART (ORSTOM) et Lucia Rapp PY-DANIEL (INPA), ce deuxième projet est accepté sans financement brésilien par le CNPq en novembre 1989. Il est prévu pour une période minimale de quatre ans, découpé en deux étapes : 1990-1991 et 1992-1993. Une partie des recherches s'inscrivent dans la continuité du projet précédent ; d'autres sont des opérations nouvelles.

LES DIFFÉRENTS PROJETS ET LES ÉQUIPES IMPLIQUÉES

Le premier projet

Ce projet intitulé « **Etude et mise en valeur des ressources en eau en Amazonie** », développé de mars 1980 à décembre 1989, a été articulé autour de trois sous-projets :

- 1. Etude de l'impact du barrage de Tucuruí sur la macrofaune aquatique et sur la pêche dans le Tocantins.** Il s'agissait du projet Tucuruí financé essentiellement par une convention brésilienne Eletronorte/INPA/CNPq de mai 1980 à juillet 1982, pour la phase avant fermeture du barrage, et de septembre 1984 à juillet 1987 pour la phase post-fermeture.

Les équipes de recherche impliquées comprenaient :

Côté français : B. DE MÉRONA et M. JÉGU (1980-1987), O. ODINETZ-COLLART (1984-1988)

Côté brésilien : G.M. dos SANTOS (1980-1987) ; G.M. SOARES (1980-1982) ; M. CARVALHO (1980-1982) ; R. ALMEIDA (1980-1982) ; J.-L. de CARVALHO (1980-1982) ; M.M. BITTENCOURT (1984-1987) ; R.A.N. LEITE (1984-1987).

- 2. Etude des conditions écologiques et économiques de la production dans une île de varzea** (projet Careiro financé essentiellement par les contrats CEE/ORSTOM/INPA et CEE/Institut Max Plank/INPA pour une durée de deux ans en 1986-1987).

Équipes de recherche impliquées :

Côté français : B. DE MÉRONA ; M. JÉGU et O. ODINETZ-COLLART (1986-1987) ; I. CANTRELLE (1984-1985) ; A. BERT (1986-1988) ; M. THERY, stagiaire ENSAR, six mois

Côté brésilien : G.M. dos SANTOS, L.H. PY-DANIEL, E.G. FERREIRA, M.M. BITTENCOURT, C.C. FERNANDEZ, P. PETRY, L.C. MOREIRA, M. DE MORAES.

3. Etude des systèmes de pêche en Amazonie centrale, implanté par un chercheur de l'INPA en 1976, repris et maintenu par l'équipe ORSTOM/INPA pendant la période 1982-1989, avec des financements ORSTOM et CEE du projet Careiro.

Ce projet a occupé partiellement durant toute la période 1982-1989, deux chercheurs (B. DE MÉRONA et M.M. BITTENCOURT) et un technicien supérieur (A. BERT), en plus de quatre agents techniques de l'INPA.

Les recherches développées au sein de ces trois sous-projets se sont inscrites dans 4 domaines de recherche :

- 1. La systématique des poissons ;**
- 2. L'écologie des peuplements de poissons ;**
- 3. L'autoécologie des populations**, approche développée surtout pour les crevettes ;
- 4. La pêche des poissons et des crevettes.**

Le second projet

Le deuxième projet, intitulé « **Systématique et biogéographie des organismes d'eau douce du bassin amazonien** » est une continuation de certains des objectifs recentrés du premier projet, auxquels s'ajoutent des objectifs nouveaux et s'inscrit dans les domaines scientifiques suivants :

- 1. La systématique et la biogéographie** des poissons et des crevettes (90-93), des crabes, Podostémacea (92-93), simuliés, trichoptères et macrophytes ;
- 2. L'étude des systèmes hôtes/parasites** (poissons et crustacés décapodes / parasites monogènes, copépodes branchiours, isopodes...) ;
- 3. La caractérisation génétique** : cytogénétique chez les Serrasalmidae et polymorphisme enzymatique chez les décapodes ;
- 4. La caractérisation écologique** : stratégies alimentaires et reproductives des poissons et des crustacés décapodes.

Les chercheurs impliqués sont répartis de la façon suivante :

1990-1991 : M. JÉGU, O. ODINETZ-COLLART, Lucia Rapp PY-DANIEL, Geraldo Mendes dos SANTOS, Beth Belmont JÉGU, Adriana ENRICONI (stagiaire) ;

1992-1993 : M. JÉGU, O. ODINETZ-COLLART, Lucia Rapp PY-DANIEL, Geraldo Mendes dos SANTOS, Eliana FELDBERG, Jorge PORTO, Celeste NAKAYAMA, Beth Belmont JÉGU, Jose Celso MATTA, Angela Bezera VARELLA, Celio MAGALHAES, Adriana ENRICONI (stagiaire), Aldaleia TAVARES.

En juin 1992, a été élaborée une proposition de recherche complémentaire du projet « **Systématique et biogéographie** », intitulée « **Biodiversité et dynamique des communautés aquatiques associées aux herbiers à Podostémonacées en Amazonie brésilienne** », soumise au ministère français de l'Environnement. Ce projet, qui bénéficie d'un financement SOFT, comprend la participation, du côté brésilien de Victor PY-DANIEL, Maria S. MENDOÇA, Vernon THATCHER et Carlos E. FREITAS, en plus des collègues cités ci-dessus.

Caractéristiques des zones de fort courant, les herbiers de Podostémonacées forment un milieu complexe dont la dynamique est liée au cycle hydrologique des fleuves tropicaux. Le projet propose d'évaluer la biodiversité des communautés aquatiques de ces herbiers en considérant notamment les interactions entre les espèces et de la faune avec l'environnement. Le gradient de dégradation observé permettra d'évaluer le niveau minimal de diversité de l'écosystème à Podostémonacées.

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIES

Étude de l'impact du barrage de Tucuruí sur la macrofaune aquatique et sur la pêche dans le Tocantins (Projet TUCURUI)

Justificatifs

Le barrage de Tucuruí, dont les eaux d'un lac de plus de 2 000 km² et d'une hauteur maximum de 72 m pouvaient fournir une puissance projetée de 4 000 MW, se place parmi les plus grands barrages de la zone intertropicale. Il s'avérait nécessaire de tenter d'évaluer l'impact de cette œuvre importante sur le milieu. Une convention de recherche fut donc signée avec l'INPA en 1980 qui prévoyait un certain nombre d'opérations dans différents domaines de recherche, dont l'ichthyologie.

Pour l'hydrobiologiste, la fermeture d'un barrage et les transformations du milieu qui s'ensuivent, constituent un laboratoire naturel géant. Une abondante littérature existe sur ce sujet, mais seule une petite part a trait au contexte forestier humide de l'Amérique du Sud et concerne seulement la phase post-fermeture.

Objectifs

Les objectifs de l'opération Tucuruí sont les suivants :

- un objectif général qui est d'appréhender les effets de la fermeture d'un barrage sur une grande rivière amazonienne sur les peuplements de poissons, les crevettes et leur exploitation par l'homme ;
- des objectifs spécifiques : faire l'inventaire des espèces de poissons et crevettes présentes dans le milieu ; réaliser une description détaillée de la situation des peuplements de poissons avant l'inondation de manière à pouvoir émettre des prévisions sur les effets possibles du barrage ; étudier l'écologie des crevettes avant la fermeture ; décrire les activités de pêche influencées par le barrage et évaluer la production halieutique ; analyser, au vu des observations avant la fermeture, les impacts de celle-ci sur les différents composantes évaluées avant fermeture.

Méthodologie

La méthodologie utilisée est différente selon l'objet d'étude :

- étude systématique, les pêches expérimentales se font par différentes méthodes (filets maillants, sènne, épervier, électricité, poison, etc.) ;
- écologie des peuplements : pêches standardisées selon les époques clés du cycle hydrologique pour les poissons, pêches bimestrielles aux casiers et collecte d'échantillons sur les marchés pour les crevettes ;
- étude de la pêche : enquêtes statistiques de débarquement sur les principaux marchés et collectes totales quotidiennes.

Étude des conditions écologiques et économiques de la production dans une île de varzea (Projet CAREIRO)

Justificatifs

Des deux grands écosystèmes de l'Amazonie brésilienne, celui de la « terra firme » constituée des terres jamais inondées et celui de la « várzea » constituée des terres inondées annuellement, celui de la « várzea », de loin le moins étendu (600 000 km²), est très intéressant pour plusieurs raisons. Ses terres, des alluvions bien plus fertiles que les sols lexiviés de la « terra firme », s'enrichissent chaque année des nutriments du bassin amont apportés par

les rivières et représentent un potentiel agricole de première importance pour le pays. Interface entre le milieu terrestre et le milieu aquatique, la « várzea » constitue un écosystème dont les composants, en particulier faunistiques, et le fonctionnement, sont mal connus. Il convient donc de l'étudier en détail. En 1982, après la suspension du financement de la compagnie Electronorte à l'INPA, il devient nécessaire de trouver d'autres sources de financement pour aborder les recherches sur la « várzea ». Une demande de financement à la CEE pour un projet multidisciplinaire (hydrologues, écologistes, botanistes, zoologistes, anthropologues, etc., voir le dossier détaillé du projet ORSTOM/INPA d'écologie) et multi-institutionnel (ORSTOM/INPA, Institut Max Plank...) est acceptée en 1985. C'est le projet CAREIRO du nom d'une île du rio Solimões-Amazonas.

Objectifs

L'objectif général est de dégager les facteurs écologiques de la production dans un lac de plaine inondée de l'Amazonie centrale. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- dresser un inventaire des poissons et crevettes ;
- dégager et tenter d'expliquer les caractéristiques des peuplements de poissons et leur dynamique ;
- étudier la dynamique des populations de crevettes et leur place dans la chaîne trophique aquatique ;
- décrire l'exploitation du système aquatique et ses composants ;
- analyser les variations à moyen terme de la production halieutique.

Méthodologie

Pour l'inventaire et l'étude des peuplements de poissons : collecte au filet maillant 2 fois par mois durant 26 mois ; pour l'écologie des crevettes : collectes au casier tous les 15 jours durant 2 ans dans des biotopes variés ; pour la pêche : enquêtes statistiques sur le marché de Manaus et sur 5 points de l'île de Careiro.

Étude des systèmes de pêche en Amazonie centrale (projet PÊCHE)

Justificatifs

En 1976, un chercheur de l'INPA avait implanté sur le marché de Manaus un système de collectes de débarquements de produits de la pêche. Il s'agissait d'étudier un marché important qui représente environ 30 000 t de poisson provenant des 3 000 km de cours de l'Amazonie. En 1982, le départ de ce chercheur menace la continuation de la collecte en cours et l'équipe décide de continuer le travail qui constitue un complément du projet CAREIRO précédent et de compléter la saisie des données dont le volume était déjà très important. Le traitement de ces données devait aboutir à une interprétation.

Objectifs

L'objectif général est d'apporter les bases biologiques de la gestion des stocks pour la pêche artisanale multispécifique en Amazonie centrale.

Les objectifs spécifiques comprennent la description et l'analyse de l'évolution de la pêche entre 1976 et 1988 ; description dans le détail de toutes les composantes de cette pêche ; l'analyse des effets de la variabilité environnementale sur les différentes pêcheries.

Systématique et biogéographie des organismes d'eau douce du bassin amazonien

Il s'agit du deuxième projet élaboré en 1989 par M. JÉGU et O. ODINETZ-COLLART et une équipe de l'INPA après le départ de B. de MÉRONA.

Objectifs

Ce projet nouveau s'est donné pour objectif d'expliquer la répartition actuelle des poissons et des crevettes dans le bassin en complétant l'analyse des différents modèles de distribution dans l'espace et le temps par l'étude des processus ayant conduit à ces modèles. Cette démarche doit prendre en compte :

- l'histoire géologique du bassin amazonien, de son réseau hydrographique et de son climat ;
- l'histoire évolutive, les liens phylogéniques et la distribution des espèces ;
- les différentes hypothèses sur les mécanismes de spéciation et les voies de dispersion à l'origine de la répartition actuelle des espèces ;
- les contraintes écologiques et physiologiques affectant les espèces, les communautés et les peuplements.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Étude de l'impact du barrage de Tucuruí sur la macrofaune aquatique et sur la pêche dans le Tocantins (Projet TUCURUI)

Systématique

Le grand volume de collectes pratiquées au cours des sept années de présence sur le terrain a permis de réaliser l'inventaire le plus complet jamais effectué sur une rivière amazonienne. Plus de 200 espèces ont été séparées pour une portion de cours d'environ 400 km. Une collection de référence a été constituée à l'INPA et un catalogue des principales espèces a été publié. Des révisions régionales de certaines familles ont été réalisées pour les poissons et les macrocrustacés.

Peuplements de poissons

Avant la fermeture du barrage, trois zones ont été reconnues qui abritent des peuplements de poissons différents tant par leur composition spécifique que par leur structure trophique. Des stratégies de reproduction variées sont observées. Deux espèces migratrices importantes commercialement sont analysées en détail et des hypothèses sur leur cycle sont proposées.

Après fermeture, les peuplements du lac se sont rapidement transformés. Certains prédateurs comme le piranha (*Serrasalmus* spp.) et le tucunaré (*Cichla* spp.) voient une explosion de leur population. En aval, la zone touchée par l'influence directe des marées s'est rapidement vidée de ses populations de poissons du fait de phénomènes d'auto-eutrophisation. De grandes concentrations de poissons migrateurs se sont accumulées au pied du barrage. Dans la partie moyenne du cours, aucune évolution visible n'est observée.

Populations de crevettes

Les paramètres biologiques de différentes populations de Paleomonidae sont étudiés. Dans la zone aval *Macrobrachium amazonicum* est parasité par un Bopyre affectant la reproduction. Des mouvements migratoires font que les plus gros individus se rencontrent dans la région proche du barrage. Ni ces mouvements ni le cycle biologique des espèces n'ont été modifiés par la fermeture du barrage. Les populations du lac sont caractérisées par des tailles plus petites et par une prédominance des femelles.

Pêche

Avant fermeture, l'organisation des activités de pêche était calquée sur la division naturelle de la région en trois zones. En aval une activité intense, sur le site du futur lac une activité réduite, en amont une situation intermédiaire. Un certain nombre de caractères fondamentaux de la pêche de la région sont relevés et en particulier l'importance extrême de la pêche de subsistance, estimée à 63% de la production totale et sa haute productivité, supérieur à 10,7 t/km an. Les crevettes, principalement *M. amazonicum*, représentent le deuxième produit par sa production.

La fermeture du barrage a accentué les effets d'une situation de surpêche en aval et a affecté grandement les captures de crevettes. Sur le lac la pêche continue en ordre dispersé. L'analyse et la publication de données des poissons sur et en amont du lac et sur les effets de la fermeture est en cours. La synthèse de l'ensemble des données du milieu est prévue pour 1993-1994.

Étude des conditions écologiques et économiques de la production dans une île de « varzea » (Projet CAREIRO)

Systématique

164 espèces de taille moyenne à grande ont été identifiées et mises en collection à l'INPA. Une clé de détermination a été élaborée.

Peuplements de poissons

Dans le lac, ces espèces s'organisent en un peuplement organisé qui se scinde ensuite en sous-peuplements. La biomasse suit un cycle saisonnier, augmentant durant la crue et diminuant durant l'étiage. Deux types de mouvements latéraux en masse des poissons sont notés. Le premier intervient à la décrue et a pour conséquence un « délestage » des populations lacustres, le deuxième est une migration de reproduction et a lieu au début de la crue. Un certain nombre d'adaptations permettent à nombre d'espèces d'utiliser la forêt comme source d'alimentation et une correspondance remarquable existe entre les processus de colonisation des milieux inondés par les poissons et les cycles phénologiques des arbres.

Populations de crevettes

Des populations abondantes se développent dans le lac mais leurs tailles sont inférieures à celles relevées dans le fleuve.

L'étude de la migration verticale des larves de crevettes a mis en évidence le rôle important de la prédation par les poissons planctophages dans les rythmes d'activité nyctémérale.

L'étude d'un type de reproduction continue (*M. amazonicum* en plaine inondée d'Amazonie centrale) a mis en évidence l'effet de la vitesse du courant lors de la crue et la décrue sur la maturation des gonades au niveau individuel et de la disponibilité des ressources sur le succès reproductif au niveau de la population.

Pêche

Le système d'exploitation constituée d'une micropêche locale et d'une pêche de marché de taille moyenne (bateaux de 2 à 20 t) est complexe. Cette dernière se compose d'une pêche dite « de migration » qui est ciblée sur les populations migratrices au moment de leurs sorties du lac, et d'une pêche « lacustre » qui concerne les populations sédentaires. Des variations importantes de biomasse peuvent être expliquées par la variabilité des apports par les crues. Le volume des captures est également très variable et dépend, en partie, des variations de la biomasse. Il n'existe pas de pêche commerciale de la crevette alors que les rendements observés sont élevés.

Étude des systèmes de pêche en Amazonie centrale (projet PECHE)

Après un important travail de mise en forme et de saisie, toutes les données sont maintenant informatisées et les programmes de traitement ont été élaborés. Une première analyse menée en considérant l'ensemble des activités comme une pêcherie unique indique que les données s'ajustent bien à un modèle global de production équilibrée. Cependant, les conclusions auxquelles conduit ce modèle paraissent en désaccord avec la réalité. Le travail d'analyse des données à la lumière des résultats obtenus dans le projet Careiro se poursuit en privilégiant trois directions :

- la décomposition des activités de pêche en pêcheries homogènes ;
- l'évaluation des variations de capturabilité dans la production halieutique ;
- l'inclusion des facteurs environnementaux dans les modèles de production.

Systématique et biogéographie des organismes d'eau douce du bassin amazonien (deuxième projet, début en 1990)

Étude sur les Serrasalminae

Après avoir mis en évidence cinq types principaux de distribution des Serrasalminae en Amazonie orientale, le travail s'est orientée sur les taxa rhéophiles. Ces taxa sont présents dans les hauts des fleuves drainant les boucliers brésiliens et guyanais. Les relations phylogénétiques mises en évidence pour ces taxa montrent quatre voies principales de dispersion. Ces voies, dont certaines très récentes, sont aujourd'hui interrompues par plusieurs centaines de kilomètres d'eau très lente. L'hypothèse est la suivante : les variations climatiques et eustatiques survenues durant le Quaternaire ont modifié à plusieurs reprises l'hydrologie du bassin amazonien et ont permis des changements importants des aires de distribution des taxa, permettant la formation de refuges et de jonctions.

Étude sur les Palaemonidae

- inventaire de la carcinofaune de l'Araguari et de l'Amapa : décapodes et crustacés parasites ;
- caractérisation taxonomique et étude des allométries de croissance des crevettes Palaemonidae d'Amazonie centrale : *Palaeomonetes carteri*, *Macrobrachium nattereri*, *M. ferreirai*, *M. inpa*, *M. amazonicum* et *M. brasiliense* ;
- publication d'une monographie sur la biologie et le potentiel de pêche du crustacé *Macrobrachium amazonicum* ;
- caractérisation de la stratégie reproductive des crevettes Palaemonidae d'Amazonie centrale ;
- développement larvaire de *Palaeomonetes carteri* et *Pseudopalaemon amazoniensis*.

Étude des systèmes hôtes-parasites

- description de douze espèces de Monogènes parasites des Serrasalminae du genre *Serrasalmus*, distribués en six populations allopathiques ; analyse du taux d'infestation et de la spécificité parasitaire, proposition d'un modèle phylogénétique pour les parasites, et discussion du modèle hôte-parasite chez *Myleisus* ;
- expériences préliminaires sur le taux d'infestation, la spécificité et la chimiothérapie des Monogènes branchiaux de *Clossoma macropomum* provenant de pisciculture et de milieu naturel.

Participation à d'autres projets

M. JÉGU :

- projets INPA/ELETRONORTE d'étude d'impact des barrages de Balbina et Cachoeira Porteira (temps partiel) ;
- projet d'ichtyo-paléontologie de l'université d'Amazonas FUA.

PARTENARIAT ET FORMATION

Direction et encadrement de thèses

Par B. de MÉRONA :

- **Jair Lopes de CARVALHO**, mestrado, 1984-1987, « Alimentation du 'matrinhão' » (thèse non soutenue).
- **Cristina COX-FERNANDEZ**, mestrado, 1985-1989, « Migrations latérales des poissons dans le système Lago do Rei »
- **Paulo PETRY**, mestrado 1985-90, « Recolonisation larvaire dans le système Lago do Rei ».
- **M. Mercedes BITTENCOURT**, doctorat, 1985-1992, « Dynamique de populations de prédateurs dans le lago do Rei » (thèse en cours).

Par O. ODINETZ COLLART :

- **Marcos F.P.G. de MORAES**, mestrado, 1987-1990, « Place de la crevette *Macrobrachium amazonicum* dans la chaîne alimentaire du Lago do Rei » (thèse non soutenue)

Encadrement de stagiaires (formés sur place)

Par B. de MÉRONA :

- **Marina THERY**, stagiaire de l'ENSAR, 6 mois en 1987.

Par M. JÉGU :

- **Cristina COX-FERNANDEZ** : stagiaire INPA, 3 mois en 1983.
- **Maria José ROLIM**, stagiaire INPA, 9 mois en 1989.
- **Carlos da Silva PALACIO**, technicien laboratoire 1988-1992.
- **Rinaldo L. SANTIAGO**, laboratoire d'ichtyologie [1992].
- **Rosaly G. de OLIVEIRA**, laboratoire d'ichtyologie [1992].
- **Walkyria dos Santos GOMEZ**, laboratoire d'ichtyologie [1992].

Par ODINETZ COLLART :

- **Luiz Carlos MOREIRA**, stagiaire CNPq 1987-1989.
- **Nelma MEDEIROS**, stagiaire CNPq 6 mois en 1990.
- **Adriana ENRICONI**, stagiaire CNPq 1991-1992.

Enseignement, cours dispensés

- 1985 : **B. de MÉRONA** « Pesca interior nos trópicos » post-graduation INPA/FUA, Dept. Biologia aquática - 90 h.
- 1986 : **O. ODINETZ COLLART** « Ecologia animal » post-graduation INPA/FUA, Dept. Ecologia - 120 h.
- 1986 : **M. JÉGU** « Técnicas de coleta em vista de inventário ictiofaunístico, rudimento de sistemática no campo e organização de coleção » post-graduation INPA/FUA, Biologia aquática - 60 h.
- 1987 : **B. de MÉRONA** « Pesca interior nos trópicos » post-graduation, INPA/FUA, Dept. Biologia aquática - 60M.JÉGUh.
- 1987 : **O. ODINETZ COLLART** « Ecologia aquática » post-graduation INPA/FUA, Dept. Biologia aquática - 60M.JÉGUh.
- 1988 : **M. JÉGU** « Técnicas de coleta em vista de inventário ictiofaunístico, rudimento de sistemática no campo e organização de coleção » post-graduation INPA/FUA, Biologia aquática - 60 h.

- 1988 : **O. ODINETZ COLLART** « Ecologia de crustáceos » post-graduation, INPA/FUA, Dept. Ecologia - séminaire de spécialisation 8 h.
1990 : **O. ODINETZ COLLART** « Estrategia de reprodução no meio aquático » post-graduation INPA/FUA, Dept. Ecologia - séminaire de spécialisation 16 h.
1991 : **O. ODINETZ COLLART** « Ecologia aquática » post-graduation, INPA/FUA, Dept. Biologia aquática - 60M.JÉGUh.

Activités de service

O. ODINETZ COLLART :

- expert auprès du CNPq (sciences agraires : analyse de 2 projets en 1991).
- correspondante de la DIST ORSTOM : préparation de l'exposition « ORSTOM/INPA = 12 ans de coopération franco-brésilienne en Amazonie ».

CONCLUSIONS RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Le travail accompli dans le cadre du projet, dans les conditions difficiles du milieu amazonien, est considérable. Les résultats obtenus, la liste des publications produites et diffusées le plus souvent dans des revues internationales reconnues, les cours dispensés et l'encadrement des thèses effectué, constituent le meilleur témoignage de l'importance et de la qualité du travail et de la coopération.

D'importantes collections de référence ont été montées dans les locaux de l'INPA et les clés de détermination élaborées. De plus, des descriptions des peuplements et d'espèces nouvelles ont été réalisées. Les informations obtenues ont permis une première vision générale sur la répartition des espèces dans le bassin amazonien. Le traitement de l'énorme masse de données donne encore et va, dans un proche avenir, déboucher sur de nombreux résultats intéressants non seulement la recherche scientifique mais également la connaissance et l'exploitation des populations de poissons et de crevettes aussi bien dans le fleuve que dans les grands barrages hydroélectriques.

Les différents projets de ce programme ont tous eu **comme justificatifs premiers des questions posées par le développement**, que ce soit l'étude de l'impact de grands barrages sur le milieu ou le développement de la pêche.

Le souci constant de l'équipe a été le passage rapide de l'information à la communauté, responsabilité essentielle du chercheur. La liste importante de rapports techniques qui suit, émis régulièrement et rédigés en portugais en fait foi.

L'aspect formation, crucial en région amazonienne, de la recherche par la recherche et l'enseignement n'a pas été oublié et les activités qui leur sont dédiées constituent une part importante du temps de l'équipe du projet.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Exceptionnellement, en raison de l'intérêt du sujet et de la faible production de travaux de ce type dans cette région éloignée, un très grand nombre de publications, y compris celles des partenaires, seront présentées.

REVUES À COMITÉ DE LECTURE

MÉRONA, B. de et collaborateurs

- SANTOS, G.M. dos ; JÉGU, M. ; MÉRONA, B. de. 1984. Catálogo dos peixes comerciais do baixo Tocantins. Publ. Eletronorte/INPA, Manaus, 83 p.
- MÉRONA, B. de. 1985. Les peuplements de poissons et la pêche dans le Bas Tocantins avant la fermeture du barrage de Tucuruí. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22 : 2698-2703.
- CARVALHO, J.-L. de ; MÉRONA, B. de. 1986. Estudos sobre dois peixes migratórios do Baixo Tocantins antes do fechamento da barragem de Tucuruí. *Amazoniana*, 9(4) : 595-607.
- MÉRONA, B. de. 1986/1987. Aspectos ecológicos da ictiofauna do Baixo Tocantins. *Acta Amazonica*, 16-17 : 109-124.
- MÉRONA, B. de ; CARVALHO, J.-L. ; BITTENCOURT, M.M. 1987. Les effets immédiats de la fermeture du barrage de Tucuruí sur l'ichtyofaune en aval. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 20 (1) : 73-84.
- Le grand barrage de Tucuruí sur le Tocantins, dernier affluent rive droite de l'Amazone a été fermé le 6 septembre 1984. Au cours de l'année qui a suivi cette fermeture, des observations répétées ont permis de suivre, en aval du barrage, la réponse des peuplements de poissons et des populations qui les composent, à cet événement. L'ichtyofaune semble fuir la région la plus en aval qui correspond à la zone d'inversion du courant sous l'effet des marées. Les peuplements y montrent une grande instabilité et une tendance à la diminution de la richesse et de la densité. Dans la région plus proche du barrage, où les marées ne provoquent que des variations du niveau d'eau, les peuplements montrent, au contraire, une certaine stabilité avec des caractéristiques proches de celles observées avant l'existence du barrage. La reproduction de certaines espèces a diminué de façon sensible. Au pied du barrage, des espèces prédatrices s'accumulent pour s'alimenter aux dépens des poissons migrants bloqués par la présence de la construction.*
- COX-FERNANDEZ C. ; MÉRONA B. de. 1988. Lateral migration of fishes on a floodplain system in the central Amazon (Careiro island Lake of Rei), AM, BR. *Memória de la Soc. de Ciencias Nat. La Salle*. Vol. 48, Supp. ; pp. 409-431.
- Les surfaces inondées des rio Solimões et Amazone en Amazonie centrale sont de grande importance pour la pêche régionale. De nombreuses espèces de poissons présentent une stratégie migratoire adaptée aux grandes variations du milieu ambiant aquatique en relation avec les fluctuations du niveau de l'eau. Les facteurs liés à cette migration sont discutés.*
- MÉRONA, B. de ; BITTENCOURT, M.M. 1988. A pesca na Amazonia através dos desembarques no mercado de Manaus : resultados preliminares. *Memória de la Soc. de Ciencias Nat. La Salle*. Vol. XLVIII, Supp., pp. 433-453.
- MÉRONA, B. de. 1990. Fish communities and fishing in a floodplain lake of Central Amazonia. *Bull. Ecol.*, 21 (3) : 71-76.
- MÉRONA, B. de. 1990. Amazon fisheries : general characteristics based on two case-studies. *Interciencia*, 15 (6) : 461-468.
- MÉRONA, B. de ; BITTENCOURT, M.M. 1991. La pêche artisanale en Amazonie centrale : approches et difficultés. In : La recherche face à la pêche artisanale (Montpellier, 1989). Durand J.R., Lemoalle J. & Weber J. eds. Colloques et Séminaires ORSTOM, tome I : 433-441.
- MÉRONA B. de ; BITTENCOURT, M.M. 1992. Facteurs et contraintes de la pêche de marché en Amazonie centrale : le cas d'une plaine inondée (le « lago do rei », AM-BR). *Amazoniana*, 12 (3/4).

MÉRONA, B.de ; BITTENCOURT, M.M. 1992. Les peuplements de poissons du « lago do rei », un lac d'inondation d'Amazonie centrale : description générale. *Amazoniana*, 12 (3/4).

M. JÉGU et collaborateurs

- PLOEG A. 1986. The Cichlid genus *Crenicichla* from the Tocantins river, state of Para, Brazil, with descriptions of four new species (Pisces, Perciformes, Cichlidae). *Beaufortia*, 36(5) : 57-80.
- SANTOS, G.M. dos, JÉGU, M. 1987. Novas occorencias de *Gnathodolus bidens*, *Synaptolaemus cingulatus* e descrição de duas espécies novas de *Sartor* (Characiformes, Anostomidae). *Amazoniana*, 10(2) : 181-196.
- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos. 1987. Sur la présence de *Serrasalmus altuvei* Ramirez, 1965 (Pisces, Serrasalminae) dans le cours inférieur du Rio Négro (Amazonas, Brésil). *Cybum*, 11 (4) : 403-410.
- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos. 1988. Le genre *Serrasalmus* (Pisces, Serrasalminae) dans le Bas Tocantins (Brésil, Para) avec la description d'une espèce nouvelle, *Serrasalmus geryi*, du bassin Araguaia-Tocantins. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 21 (3) : 239-274.
- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos. 1988. Une nouvelle espèce du genre *Mylesinus* (Pisces, Characiformes), *M. paucisquamatus*, décrite du bassin du Tocantins (Brésil, Para). *Cybum*, 12 (4) : 331-341.
- FERREIRA, E. ; SANTOS, G.M. dos ; JÉGU, M. 1988. Aspectos ecológicos da ictiofauna do rio Mucajai na área da ilha de Paredão, Roraima. *Amazoniana*, 10 (3) : 339-352.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1988. *Hypostomus hoplonites* sp. n. da bacia amazônica, Brasil (Pisces, Siluroidei, Loricariidae). *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre (68) : 13-23.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1989. Redescription of *Parancistrus aurantiacus* (Castelnau, 1855) and a preliminar description of two new genera : *Baryancistrus* n.g. and *Oligancistrus* n.g. (Siluroidei ; Loricariidae) *Cybum*, 13 (4) : 235-246.
- PLOEG A. 1989. Zwei neue Arten der Gattung *Crenicichla* Heckel, 1840 aus dem Amazonas-becken, brasilien (Pisces, Perciformes, Cichlidae). *DATZ*, 42 (3) : 163-167.
- SANTOS, G.M. dos ; JÉGU, M. 1989. Inventário taxonômico e descrição das espécies de Anostomideos (Characiformes, Anostomidae) do Baixo rio Tocantins, PA., Brasil. *Acta Amazonica*, 19 : 159-213.
- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos ; FERREIRA, E. 1989. Une nouvelle espèce du genre *Mylesinus* (Pisces, Serrasalminae), *Mylesinus paraschomburgkii*; décrite des bassins du Trombetas et du Uatuma (Brésil, Amazonie). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 22 (1) : 49-62.
Une série de collectes, réalisées dans le bassin du Trombetas et le bassin du Uatuma (Brésil), a permis de récolter de nombreux spécimens du genre *Mylesinus* (Characiformes, Serrasalminae), de 13 à 365 mm de longueur standard. Après une mise au point de la littérature se rapportant au genre *Mylesinus*, *M. paraschomburgkii* n.sp. est décrite. Au cours de la croissance, cette espèce présente de nombreuses modifications morphologiques et anatomiques. Ces modifications sont reliées à celle du régime alimentaire qui passe de carnivore à phytophage brouteur à partir de 50 mm de longueur standard.
- LEITE, R.G. ; JÉGU, M. 1990. Régime alimentaire de deux espèces d'*Acnodon* (Characiformes, Serrasalminae) et habitudes lépidophages d'*A. normani*. *Cybum*, 14 (4) : 353-359.

- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos. 1990. Description d'*Acnodon senai* n.sp. du Rio Jari (Brésil, Amapá) et redescription d'*A. normani* (Teleostei, Serrasalminae). *Cybiu*, 14 (3) : 187-206. *Acnodon senai* n.sp., décrite du rio Jari (brésil, Amapá), est une espèce proche de *A. normani* Gosline, 1951, décrite du rio Tocantins. Les caractéristiques de l'espèce sont présentées et les différences avec celles de *A. oligacanthus* et *A. normani* sont données.
- PLOEG, A. ; JÉGU, M. ; & FERREIRA, E. 1991. *Crenicichla tigrina*, une nouvelle espèce de Cichlidae (Pisces, Perciformes) du rio Trombetas, Para, Brésil. *Bull. zool. Mus. Univ. Amsterdam*, 13(1) : 10.
Une nouvelle espèce de Cichlidae, *Crenicichla tigrina*, est décrite et illustrée. La coloration sur le vivant et quelques remarques relatives à l'écologie de cette espèce sont présentées. Les relations de *C. tigrina* avec les autres espèces de Crenicichla à petites écailles et le mode de distribution de ces espèces sont discutés. Le biotope de *C. tigrina* est défini par l'étude de la faune associée. Le mode de distribution est comparé avec celui d'autres taxa chez les poissons.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1991. *Chaetostoma JÉGU* n.sp. from Rio Uraricoera, Brazil (Osteichthyes, Siluroidei, Loricariidae). *Ichthyol. Explor. Freshw.*, 3.
- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos ; FERREIRA, E. 1991. Une nouvelle espèce de *Bryconexodon*, (Pisces, Characidae), décrite du bassin du Trombetas (Pará, Brésil). *J. Nat. Hist.*, 25 : 773-782.
Une nouvelle espèce du genre *Bryconexodon*, *B. trombetasi* (Pisces, Characidae), est décrite du cours supérieur du bassin du rio Trombetas (Para, Brésil). Cette espèce est très voisine de *B. juruena* Géry, 1980, mais présente des différences de disposition des écailles qui sont décrites. L'examen de contenus stomacaux révèle que *B. trombetasi* n. sp. est lépidophage.
- JÉGU, M. 1991. Variations du niveau marin et distribution des poissons d'eau douce en Amazonie orientale. Collections Colloques et Séminaires. Ed. ORSTOM, Paris.
Les principaux modèles de distribution des espèces de poissons de la famille Serrasalminae de l'Amazonie orientale sont présentées.
- JÉGU, M. ; LEÃO, E.L.M. ; SANTOS, G.M. dos. 1991. *Serrasalmus compressus*, une espèce nouvelle du Rio Madeira, Amazonie (Pisces, Serrasalminae). *Ichthyol. explor. Freshwaters*, 2(2) : 97-108.
- JÉGU, M. ; MORAIS, L.T. de ; SANTOS, M.G. dos. 1992. Redescription des types d'*Utiaritichthys sennaebregai* Miranda Ribeiro, 1937, avec la description d'une nouvelle espèce, *U. longidorsalis* (Characiformes, Serrasalminae). *Cybiu*, 16 (2) : 105-120.
- JÉGU, M. ; BELMONT-JÉGU, B. ; J. ZUANON. 1992. Note relative à la présence de *Mylesinus paraschomburgkii* JÉGU et al., 1989 (Characiformes, Serrasalminae) dans le bassin du rio Jari (Amapá, Brésil) : un modèle pour la dispersion de cette espèce le long du plateau des Guyanes. *Cybiu*, 16 (1) : 13-19.

O. ODINETZ et collaborateurs

- ODINETZ COLLART, O. 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins après la fermeture du barrage de Tucuruí. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 20 (2) : 131-144.
- ODINETZ COLLART, O. 1988. Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Baixo Tocantins (Pa-Brasil). *Mem. de la Soc. de Ciencias Naturales La Salle*. Vol. XLVIII, Supp., pp. 341-353.

- ODINETZ COLLART, O. ; MOREIRA, L.C. 1989. Quelques caractéristiques physico-chimiques d'un lac de « várzea » en Amazonie Centrale (Lago do Rei, ilha do Careiro). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 22(3) : 191-199.
Le Lago do Rei, lac de 100 km² occupe la partie centrale de l'île de Careiro située dans la zone de « várzea » de l'Amazonie. Les variations des caractéristiques physico-chimiques des eaux (teneur en oxygène dissous, sursaturations en cations, conductivité électrique, pH) en fonction des crues sont mises en relation avec l'activité photosynthétique du phytoplancton. Ces conditions limnologiques d'un grand lac de « várzea » permettent au Lago do Rei d'être un système particulièrement productif.
- ODINETZ COLLART, O. 1990. Interactions entre le parasite *Probopyrus bithynis* et l'un de ses hôtes, la crevette *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Crustaceana* 58 (3) : 258-269.
- ODINETZ COLLART, O. 1991. Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the Lower Tocantins (PA-Brasil) : a four year study. *Archiv für Hydrobiologie*, 122(2).
- ODINETZ COLLART, O. 1991. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie centrale. *Crustaceana*, 61 : 253-270.
La stratégie de reproduction de la crevette *Palaeomonidae* *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), a été étudiée dans un lac de plaine alluviale en Amazonie centrale, sur l'île de Careiro. Trois périodes du cycle hydrologique sont significativement plus favorables à la maturation des gonades : le milieu de la crue et de la décrue, ainsi que les basses eaux, suggérant l'effet direct de deux facteurs : la vitesse du courant et la production de phytoplancton. le milieu lacustre apparaît plus favorable à la reproduction de *M. amazonicum* que le milieu fluvial. En Amazonie orientale, les pentes massives de *M. amazonicum* au milieu de la décrue favorisent la dispersion larvaire en direction de l'estuaire. la flexibilité de reproduction de cette espèce a permis la colonisation d'une grande variété d'environnements dans une aire géographique très étendue en Amérique du Sud.
- MOREIRA, L.C. ; ODINETZ COLLART, O. 1992. Migração vertical nictemeral das larvas do camarão *Macrobrachium amazonicum* num lago de « várzea » na Amazônia Central (ilha do Careiro). *Amazoniana*, 12 (3/4).
- ODINETZ COLLART, O. 1992. . Ecologia e potencial pasqueiro do camarão canela, *Macrobrachium amazonicum* na Bacia Amazônica. In : FERREIRA, E.J.G. et al., Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia : Fatos e Perspectivas. Vol. II : 147-166. INPA, Manaus.
- ODINETZ COLLART, O. ; MOREIRA, L.C. 1992. Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (ilha do Careiro). *Amazoniana*, 12 (3/4).
- SANTOS, G.M. dos ; FERREIRA, E. ; JÉGU, M. (sous presse). Catálogo dos peixes do rio Jamari, na área de influência da UHE Samuel, Rondonia.
- SANTOS, G.M. ; FERREIRA, E. ; JÉGU, M. 1992. Natureza e aplicabilidade da avaliação de impactos ambientais (AIA) na Amazônia. In : FERREIRA, E.J.G. et al., Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia : Fatos e Perspectivas. Vol. II : 329-341. INPA, Manaus.

RAPPORTS LOCAUX ET LITTÉRATURE GRISE

ANONYME. Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca. Rapports semestriels entre déc. 80 et juil. 82. entre déc. 84 et juil. 87. INPA/ELETRONORTE.

- ANONYME. 1983. Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca. Fase pre-enchimento. In : « estudos de ecologia e controle ambiental na região de influência da UHE de Tucuruí, Rio Tocantins ». Rapport terminal. INPA/ELETRONORTE, 378 pp. multigr.
- ANONYME. 1986. Conditions écologiques et économiques de la production dans une île de « várzea » en Amazonie centrale. Rapport d'étape. INPA/ORSTOM. 28 p. multigr.
- ANONYME. 1986. Dados hidrológicos do Parana do Careiro : relação das medições de descargo e cotas médias diárias de 30-08-1977 até 31-03-1985.
- ANONYME. 1988. Conditions écologiques et économiques de la production dans une île de « várzea » en Amazonie centrale. Rapport terminal. INPA/ORSTOM/CEE. Manaus et Paris, 375 pp. multigr.
- MÉRONA, B. de. 1983. A pesca artesanal no Baixo Tocantins. Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca. Addendum ao relatório final fase pre-enchimento. In : « estudos de ecologia e controle ambiental na região de influência da UHE de Tucuruí, Rio Tocantins ». INPA/ELETRONORTE. 55 p. multigr.
- MÉRONA, B. de, 1986. O projeto « ilha do Careiro » : objetivos e descrição. *Bull. Careiro* n° 0 : 8-14.
- RANKIN de MÉRONA, J. 1986. Ecologia de plantas frutíferas da ilha do Careiro consumidas por peixes frugívoros. *Bull. Careiro* n° 1 : 16-25.
- MÉRONA, B. de, 1986. Les poissons et la pêche dans les várzeas d'Amazonie centrale : revue bibliographique. *Bull. Careiro* n° 0 : 31-40.
- RANKIN de MÉRONA, J. ; MÉRONA, B. de, 1988. Les relations poissons-forêt. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île de Careiro. Rapport terminal : 313-319. ORSTOM/INPA. Manaus & Paris. 375 p.
- MÉRONA, B. de ; THERY, M. 1988. Etude de la pêche : 250-312. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île de Careiro. Rapport terminal. ORSTOM/INPA/CEE, Manaus & Paris, 375 p. multigr.
- MÉRONA, B. de ; JÉGU, M. ; BITTENCOURT, M.M. ; SANTOS, G.M. dos ; BERT, A. ; COX-FERNANDEZ, C. ; PETRY, P. ; FERREIRA, E.G. ; PY-DANIEL, L.H. 1988. Les poissons : 72-183. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île de Careiro. Rapport terminal. ORSTOM/INPA/CEE, Manaus & Paris, 375 p. multigr.
- SANTOS, G.M. dos ; MÉRONA, B. de. 1990. Estudos e Administração dos recursos de água doce na Amazônia. Relatório terminal. Convention CNPq-INPA/ORSTOM. Biologia aquática, zoologia. INPA, Manaus, 90 p.
- JÉGU, M. 1985. Projeto Balbina : sub-projeto ictiofauna. Relatório final.
- MAGALHAES, C. 1987. Sistemática de Macrocrustaceos na ilha do Careiro. *Bull. Careiro*, n° 2 : 7-15.
- COX-FERNANDEZ, C. 1987. Análise crítica da metodologia adotada no estudo de migrações laterais de peixes no sistema Lago do Rei (Ilha do Careiro), AM. Brasil. *Bull. Careiro*, n° 2 : 7-15.
- GUILLAUMET, J.-L. ; SANTOS, A.A. dos ; GRENAND, P. ; GRENAND, F. ; MÉRONA, B. de. 1988. Eléments de géographie physique : 6-13. In : Conditions écologiques et économiques de la production dans une île de « várzea » en Amazonie centrale. Rapport terminal. INPA/ORSTOM/CEE. Manaus et Paris, 375 pp. multigr.

- GUILLAUMET, J.-L. ; MARQUES, A. de O. ; TANCREDE, A. ; CUNHA, H.B. da ; SENNA, R.C. ; IGREJA, S.M. ; MÉRONA, B. de. 1988. Éléments d'hydrologie : 21-35. In : Conditions écologiques et économiques de la production dans une île de « várzea » en Amazonie centrale. Rapport terminal. INPA/ORSTOM/CEE. Manaus et Paris, 375 pp. multigr.
- ODINETZ COLLART, O. 1985. Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca : produção de camarão no Baixo Tocantins. Relatório semestral jan/jun 85. Convênio Eletronorte/INPA/CNPq. 13 p.
- ODINETZ COLLART, O. 1985. Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca : produção de camarão no Baixo Tocantins. Relatório semestral jul/dez 85. Convênio Eletronorte/INPA/CNPq. 20 p.
- ODINETZ COLLART, O. 1986. Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca : produção de camarão no Baixo Tocantins. Relatório final jan/dez 86. Convênio Eletronorte/INPA/CNPq. 38 p.
- ODINETZ COLLART, O. 1986. La crevette d'eau douce en Amazonie centrale. *Bull. Careiro* n° 0. INPA, Manaus, Brésil.
- ODINETZ COLLART, O. 1986. Les grands barrages en Amazonie brésilienne : impact et développement. In : Connaissance du milieu amazonien : 175-188. Pub. ORSTOM Colloques et Séminaires, Paris.
- ODINETZ COLLART, O. ; MOREIRA, L.C. 1988. Dynamique de la qualité des eaux. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île de Careiro. Rapport terminal : 36-51. ORSTOM/INPA. Manaus & Paris. 375 p. multigr.
- ODINETZ COLLART, O. ; MOREIRA, L.C. 1988. Ecologie de la crevette d'Amazonie, *Macrobrachium amazonicum*. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île de Careiro. Rapport terminal : 52-71. ORSTOM/INPA. Manaus & Paris. 375 p.
- ODINETZ COLLART, O. ; MOREIRA, L.C. 1988. La crevette d'Amazonie : exploitation et potentiel. In : Conditions écologiques et économiques de la production d'une île de « várzea » : l'île de Careiro. Rapport terminal : 313-319. ORSTOM/INPA. Manaus & Paris. 375 p.

COMUNICAÇÕES ÀS DES CONGRÊS ET DES COLLOQUES (par ordre alphabétique)

- AMADIO, S. ; FERREIRA, E. ; ZUANON, J.A. ; JÉGU, M. ; LEITE, R. 1988. Estudos ictiológicos na UHE Bálbina, AM. 2- Aspectos sinecológicos. XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.-5 fev 1988.
- BELMONT-JÉGU, B. ; THATCHER, V.E. ; JÉGU, M. 1991. Gill and intestinal parasites (*Monogeneoidea* and *Trematodea*) as indicators of host population isolation. VII^e ongrès de l'Union européenne d'ichtyologie, La Haye, 26-31 août 1991.
- BITTENCOURT, M.M. 1986. O projeto « Identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca » (UHE de Tucuruí). XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.

- BITTENCOURT, M.M. 1987. Estratégias reprodutivas dos peixes no lago dos Reis (AM). XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- BITTENCOURT, M.M. ; MÉRONA, B. de. 1986. Os efeitos a curto prazo do fechamento da barragem de Tucuruí (PA) sobre a produção e atividades pesqueiras. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.
- CARVALHO, J.-L. de. 1986. Efeitos da barragem hidroelétrica de Tucuruí (PA) sobre a ictiofauna a montante. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.
- COX FERNANDEZ, C. 1987. Análise crítica da metodologia adotada no estudo de migrações laterais no sistema Lago do Rei (ilha do Careiro), Manaus, AM. XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- COX FERNANDEZ, C. ; MÉRONA, B. de. 1988. Lateral migration of fishes on a floodplain system in the Central Amazônia. Congr. Ibero-Americano de Limnologia, Ilha Margarita, Venezuela.
- ENROCONI, A. ; ODINETZ COLLART, O. 1992. Ecologia do camarão *Macrobrachium nattereri* nos igarapés do Rio Negro, na Amazônia Central. 4º Congr. Bras. de Limnologia, Manaus.
- ENROCONI, A. ; ODINETZ COLLART, O. 1992. Ecologia do camarão *Palaemonetes carteri*, na Amazônia Central, Rio Negro. 4º Congr. Bras. de Limnologia, Manaus.
- FERREIRA E., SANTOS G.M. & JÉGU M. 1987. A Ictiofauna do rio Trombetas, Para. XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- FERREIRA E., JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. 1987. Novas ocorrências dos gêneros *Sartor* *Gnathodolus* e *Synaptolaemus* (Pisces, Anostomidae). XIV Congr. Bras. de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- JÉGU, M. 1987. Modo de enovelamento do intestino na família *Serrasalminidae*. XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- JÉGU, M. 1988. Caracterização e área de distribuição do gênero *Mylesinus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Serrasalminidae). XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.- 5 fev. 1988.
- JÉGU, M. 1990. Variations du niveau marin et distribution des poissons d'eau douce en Amazonie orientale. Congrès « L'évolution des littoraux des Guyanes et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire ». Cayenne, Guyane. 9-14 nov. 1990.
- JÉGU, M. 1991. O papel das mudanças climáticas no Quaternário na distribuição de peixes na Amazônia oriental. Seminários da Amazônia, INPA, Manaus. Brasil. 5 mars 1991.
- JÉGU, M. 1991. Le rôle de l'histoire dans la biogéographie des poissons en Amazonie. Son importance dans les changements récents. Ecole d'été « Influence des facteurs de l'environnement sur les peuplements piscicoles ». Arles, 10-13 septembre 1991.
- JÉGU M., FERREIRA E. & SANTOS G.M. 1987. Estudo de algumas variações ontogênicas em *Mylesinus schomburgki* (Pisces) Valenciennes, 1849. XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- JÉGU, M. ; SANTOS, G.M. dos. 1991. A model for recent dispersal routes of rheophilous Amazonian fishes. VIIº congrès de l'Union européenne d'ichtyologie, La Haye, 26-31 août 1991.

- LEITE, R.G. ; JÉGU, M. 1991. Ontogenic variations and diet of *Mylesinus paraschomburgkii* (Characiformes, Serrasalminidae). VII^e congrès de l'Union européenne d'ichtiologie, La Haye, 26-31 août 1991.
- MÉRONA, B. de. 1986. Situação geral da ictiofauna no Baixo Tocantins antes do fechamento da barragem de Tucuruí. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.
- MÉRONA, B. de. 1986. Os efeitos do fechamento da barragem de Tucuruí sobre a ictiofauna a jusante. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.
- MÉRONA, B. de. 1987. As comunidades de peixes num lago de « várzea ». XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- MÉRONA, B. de. 1988. A dinâmica das comunidades no lago do Rei (AM, Brazil). XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.- 5 fev. 1988.
- MÉRONA, B. de. 1988. Fish communities and fishing in a floodplain lake in Central Amazonia. III^e conférence intern. sur les zones humides. Rennes, France. 19-23 sept. 1988.
- MÉRONA, B. de. 1990. Amazon fisheries : general characteristics based on two case-studies. Symp. Inter. sobre Grandes Rios Latino-Americanos, Guyana, Venezuela. Juin 1990.
- MÉRONA, B. de ; BITTENCOURT, M.M. 1988. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus : resultados preliminares. Congresso Iberoamericano y del Caribe, Isla Margarita, Venezuela. 8-16 mai 1988.
- MÉRONA, B. de ; BITTENCOURT, M.M. 1989. La pêche en Amazonie centrale : approches et difficultés. Symposium Intern. « La recherche face à la pêche artisanale », Montpellier, France. 3-7 juil. 1989.
- MÉRONA, B. de ; CARVALHO, J.-L. de. 1984. Comportamento pesqueiro e bio-ecologia dos peixes no Baixo Tocantins. XI Congresso Brasileiro de Zoologia. Belém, Brasil. 12-17 fev. 1984.
- NAKAYAMA, C.M. ; JÉGU, M. ; FELDBERG, E. 1986. Caracterização citotaxonômica de algumas espécies do gênero *Serrasalmus* (Serrasalminidae) da Amazônia. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.
- ODINETZ COLLART, O. 1985. « Les grands barrages en Amazonie : impact et développement ». Séminaire : « Connaissance du milieu amazonien », ORSTOM Paris.
- ODINETZ COLLART, O. 1986. « Biologia do camarão canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Baixo Tocantins ». XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8 fev. 1986.
- ODINETZ COLLART, O. 1986. « A pesca camaroeira de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Baixo-Tocantins ». XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil.
- ODINETZ COLLART, O. 1987. « Efeitos a curto prazo do fechamento da barragem de Tucuruí sobre a pesca e a biologia de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Baixo Tocantins ». Séminaire INPA, Manaus.
- ODINETZ COLLART, O. 1987. « O camarão canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no lago da represa de Tucuruí ». XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev. 1987.
- ODINETZ COLLART, O. 1988. « Ecologia do camarão canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) num sistema de várzea na Amazônia central, na ilha do Careiro ». XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.-5 fev. 1988.

- ODINETZ COLLART, O. 1988. « Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* no Baixo Tocantins (Pa-Brasil) ». Congresso Iberoamericano y del Caribe. Isla de Margarita. Venezuela.
- ODINETZ COLLART, O. 1988. « Ecologie et pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* dans le bassin amazonien du Brésil ». III^e Conférence internationale sur les Zones humides. Rennes, France.
- ODINETZ COLLART, O. 1989. « Interação entre um bopyrido, *Probopyrus bithynis*, com seu camarão hospedeiro, *Macrobrachium amazonicum* ». XVI Congresso Brasileiro de Zoologia. João Pessoa, Paraíba, Brasil.
- ODINETZ COLLART, O. ; MAGALHAES, C. 1992. Ecological constraints and life history strategies of Palaeonid prawns in Amazônia. XXV SIL Intern. Congr., Barcelona, Spain, 21-27-08-92.
- PORTO, J.I. ; NAKAYAMA, C.M. ; JÉGU, M. ; FELDBERG, E. 1989. Análise cariotípica da família *Serrasalminidae* (Ostariophysi, Characiformes) : aspectos evolutivos. 41^o reunião anual da SBPC. Fortaleza, Brasil. 9-15 jul.1989.
- PORTO, J.I. ; FELDBERG, E. ; NAKAYAMA, C.M. ; MAIA, R.O. ; JÉGU, M. 1991. Cytotaxonomic analysis in the *Serrasalminidae* (Ostariophysi, Characiformes) fishes from Amazon basin. VII^e congrès de l'Union européenne d'ichtyologie. La Haye, 26-30 août 1991.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1988. Algumas considerações sobre as relações morfológicas do trato digestivo das espécies de *Loricariidae* do complexo de lagos do Janauaca, Rio Solimões. XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.- 5 fev.1988.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1988. Algumas considerações sobre o comportamento alimentar das espécies de *Loricariidae* do complexo de lagos do Janauaca, Rio Solimões. XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.- 5 fev.1988.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1990. Ocorrência de um *Hypoptopomatinae* de respiração aérea no Lago Camaleão (Ilha da Marchantaria), Amazonas. III Congr.Bras.Limnol. Porto Alegre, Brasil. 1991.
- RAPP PY-DANIEL, L.H. 1991. New records of the genus *Harttia* (Siluriformes, Loricariidae) in the Amazonian Basin. VII^e congrès de Union européenne d'ichtyologie. La Haye, 26-30 août 1991.
- SANTOS, G.M.dos ; JÉGU, M. 1991. Main distribution patterns of the taxa in the families Anostomidae and *Serrasalminidae* in the Eastern Amazônia. VII^e congrès de Union européenne d'ichtyologie. La Haye, 26-30 août 1991.
- SANTOS, G.M. dos ; JÉGU, M. ; FERREIRA, E. 1986. Ictiofauna típica de fundo acessível pelo represamento da UHE de Tucuruí. XIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá, Brasil. 3-8. fév.1986.
- SANTOS, G.M. dos ; JÉGU, M. ; FERREIRA, E. 1987. Novas ocorrências de espécies dos gêneros *Sartor*, *Gnathodolus* e *Synaptolaemus* (Pisces, Anostomidae) na Amazônia. XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Juiz de Fora, Brasil. 1-6 fev.1987.
- ZUANON, J.A.S. ; JÉGU, M. 1988. Estudos Ictiologicos na UHE Balbina AM. 1.Composição ictiofaunística. XV Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Brasil. 31 jan.- 5 fev.1988.

HYDROLOGIE

PROJET ORSTOM-SCET COOP-GEOTECHNIP/SUDENE

ÉTUDE HYDROLOGIQUE DU VAL DU RIO JAGUARIBE (G E V J)

Localisation

Surintendance de développement du Nordeste (SUDENE), Recife, Pernambuco

Chercheur ORSTOM responsable

Pierre DUBREUIL

Équipe française

Pierre DUBREUIL (1961-1966), Georges BERMOND, Jacques HERBAUD (1962-1963),

Georges GIRARD (1964-1966), Pierre LEDUC, hydrologues ORSTOM ;

René GODEFROY, hydrologue SCET-COOP

Équipe brésilienne

David KITOVER, directeur du GEVJ ; Manoel Sylvio Carneiro CAMPELLO,

Ruy NOBREGA, Vicente PONTES, Maria Celeste Freire BASTOS,

ingénieurs hydrologues du GEVJ

Durée du projet

1961-1966

HISTORIQUE

1961, début de trois décennies de coopération franco-brésilienne en hydrologie et d'activités de l'ORSTOM au Brésil

Dans l'historique du volet « Pédologie » de ce projet, il a été conté comment, créée en 1959 par décision du président de la République brésilienne J. KUBITCHEK, la SUDENE a eu pour premier surintendant une personnalité francophone de premier ordre, Celso FURTADO, alors directeur de la Banque nationale de développement économique qui avait soutenu une thèse de doctorat d'Etat en économie devant la faculté de droit de Paris quelques années auparavant. Il est aujourd'hui encore, professeur à l'université de Paris I et à l'Institut des hautes études de l'Amérique latine. A cette époque, déjà, les écoles hydrologique et pédologique françaises de l'ORSTOM, spécialisées dans le monde tropical, étaient déjà connues hors de

France. Ces éléments peuvent expliquer le choix d'organismes français pour l'étude hydro-pédologique du Val du Rio Jaguaribe dont la localisation est décidée très tôt suite à des visites de P. DUBREUIL, hydrologue de l'ORSTOM, aux responsables de l'organisme récemment créé. En 1962, naît le groupe franco-brésilien d'études du Val du Jaguaribe (GEVJ).

Située dans le polygone des sécheresses de l'Etat du Ceará, la zone d'étude du bassin du rio Jaguaribe, le plus grand fleuve à écoulement temporaire du monde (plus de 1 000 km de cours, bassin de 80 000 km² environ) est alors considéré comme une priorité de développement économique régional. Il convenait donc, afin de promouvoir au mieux ce développement, d'effectuer l'inventaire des ressources naturelles de cette région et en particulier de ses ressources hydriques. Vingt millions d'habitants vivaient en 1960 dans ce polygone des sécheresses dans la crainte ancestrale des sécheresses qui, depuis l'année 1603 se perpétuaient épisodiquement et décimaient les populations. Entre 1877 et 1879, il a été estimé à près d'un demi-million le nombre de personnes ayant ainsi péri. C'était l'eau ou la mort...

Les études préliminaires sont confiées à P. DUBREUIL dès 1961. Monté avec un fort soutien du ministère français des Affaires étrangères, hors du champ traditionnel africain d'intervention, l'accord prévoit que les salaires des expatriés, les voyages internationaux et certaines analyses de laboratoires seraient à la charge des organismes français, le Brésil assurant le paiement des frais et indemnités de tournée et tous les frais locaux de fonctionnement. Une Mission française de coopération technique établie pour une durée de trois ans, de 1962 à 1964 est créée à la SUDENE. Elle y restera jusqu'en 1992... Du côté français, le projet répondait à une volonté politique de rayonnement et d'aide à la pénétration d'un marché potentiel riche pour l'ingénierie française.

La partie française devait assumer la formation des personnels brésiliens.

Grâce à la structuration de la partie française, les hydrologues de l'ORSTOM allaient pour la première fois disposer des informations sur le milieu naturel et humain et pourraient ainsi relier caractéristiques hydrologiques et facteurs du milieu de façon quantitative.

Les moyens disponibles satisfaisants et la durée limitée dans le cadre d'un projet ont permis une concentration d'efforts dans le temps et dans l'espace qui sera tout à fait bénéfique tant au plan scientifique qu'à celui de l'impact sur le développement régional.

PRINCIPALES ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES

Sachant l'existence de données anciennes hydrologiques et météorologiques remontant presque au début du siècle et relativement abondantes, les objectifs du projet ont été d'évaluer les ressources en eau du bassin du Jaguaribe (80 000 km² environ) et leur variabilité spatio-temporelle.

Ils ont pu être atteints par la mise en œuvre de trois méthodologies interdépendantes :

- collecter, critiquer et valider les données anciennes locales antérieures au projet dues essentiellement au DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) basé à Fortaleza, Ceará ;
- entreprendre en trois saisons des pluies et grâce aux moyens de la SUDENE en hommes et en matériels, renforcés par ceux de l'ORSTOM et de la SCET-COOP, l'étalonnage de toutes les stations hydrométriques anciennes du DNOCS valorisables et jugées intéressantes ;

- appréhender les modalités de formation des écoulements et donc la ressource en eau disponible sur divers petits bassins représentatifs de régions hydrologiques homogènes, choisis, équipés et gérés dans ce but de 1962 à 1964.

Des missions régulières, d'environ un mois tous les six mois, de P. DUBREUIL, consultant principal, ont permis de définir les programmes de travail, de les négocier avec les partenaires brésiliens, de les réorienter au fur et à mesure des premiers acquis et d'apporter le soutien du Bureau central hydrologique de Paris au traitement des données.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Le bassin du rio Jaguaribe offrait des conditions fantastiques pour permettre aux hydrologues de l'ORSTOM de valoriser leurs quelques dix années d'expérience tropicale acquise sur les cours d'eau africains :

- le pays était très habité malgré l'aridité relative du climat et les hommes y avaient bâti de très nombreux réservoirs d'accumulation des eaux de pluie et de ruissellement, les « açudes » ;
- le climat était excessivement irrégulier pour des latitudes équatoriales ;
- les cours d'eau affectaient des allures d'oued saharien et avaient des fonds sableux très mobiles.

Ces conditions fantastiques et difficiles ont stimulé les imaginations et de nombreux travaux originaux ont été le fruit de cette tentative fructueuse d'évaluation des ressources en eau d'une région :

- réflexions théoriques sur la connaissance des débits de rivières à fonds mobiles donc à étalonnage hauteur-débit variable et mise en application pour la validité des données historiques ;
- analyse du rôle des petits réservoirs sur la ressource en eau en aval, dans un pays où l'eau manque toujours, et où tout en conservant de l'eau là où ils sont, ces barrages, n'en réduisent pas moins les quantités disponibles en aval où le régime hydrologique paraît en outre de plus en plus irrégulier ;
- analyse très fine des paramètres explicatifs des caractéristiques hydrologiques : hauteurs de précipitations, nature des roches et terrains sous-jacents, densité du couvert végétal arboré,... etc.

Enfin, la monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe qui synthétisa en 1969 (version éditée, revue et complétée) tous ces travaux originaux a servi d'exemple à des études et recherches similaires entreprises plus tard dans d'autres pays (Ethiopie, Tunisie). Des publications scientifiques en ont exploité les côtés originaux et novateurs jusque dans les années 1980.

Il n'y avait dans le Nordeste, avant les travaux du GEVI, que les formules d'AGUIAR pour calculer les ressources en eau et les maximums de crue sur les cours d'eau non observés.

Une exploitation des résultats de la monographie a été faite sous forme de tableaux, d'abaques et de graphiques pour permettre ce type de calcul dans le Jaguaribe et d'extrapoler au Nordeste.

Cet ouvrage de normes climatiques et hydrologiques a été traduit en portugais et mis à la disposition de la communauté brésilienne des hydrauliciens d'aménagement.

C'est la première fois que l'on allait aussi loin dans l'application pratique des résultats de la recherche hydrologique.

PARTENARIAT ET FORMATION

Le travail de recherche s'est fait en équipe très intégrée avec les partenaires brésiliens. Les difficultés de la barrière linguistique franchies, les échanges et les séances informelles de formation ont été nombreux et fructueux.

Le responsable de l'équipe brésilienne, S. CAMPELLO, a préparé et soutenu une thèse sur la modélisation hydrologique intitulée « Modélisation de l'écoulement sur les petits cours d'eau du Nordeste (Brésil) » pour l'obtention du titre de docteur-ingénieur à l'université de Paris VI, sous la direction de P. DUBREUIL en 1979.

ROLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Une première collaboration qui sera poursuivie

Le projet du GEVJ a été un projet d'envergure et un projet pionnier dans la coopération franco-brésilienne dans le domaine des ressources en eau. L'expertise française a été reconnue. Des liens ont été tissés qui ne se sont jamais rompus depuis. S. CAMPELLO a joué un rôle clé dans la continuité des relations.

En 1971, le retour de l'ORSTOM à la SUDENE se faisait à son initiative et pour y poursuivre et amplifier ce qui avait été réussi dans le bassin du Jaguaribe :

- élaborer une banque de données hydrométéorologiques à l'échelle du Nordeste ;
- concevoir un plan régional d'études sur bassins représentatifs.

C'est au succès du premier de ces objectifs que l'on doit la collaboration qui s'est nouée au début des années 80 à l'échelle du pays tout entier avec le DNAE (Departamento Nacional de Aguas e Energia).

La politique de bassins représentatifs développée au Nordeste du Brésil a été aussi importante dans les années 70 et 80 que celle conduite en Afrique dans les années 50 et 60.

Outre les travaux propres conduits par E. CADIER, on lui doit personnellement beaucoup des éléments de base des concepts scientifiques originaux que nous avons élaborés pour les tropiques en matière d'influence des facteurs géophysiques et climatiques sur les caractères hydrologiques des petits cours d'eau comme en fait foi la liste des travaux publiés.

Pour conclure, une citation de la préface de la première publication de la « Monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe », ouvrage de base et somme des travaux réalisés par les hydrologues de l'ORSTOM entre 1962 et 1966 dans le Nordeste paraît opportune. Cette monographie réalisée par P. DUBREUIL, G. GIRARD et J. HERBAUD a été publiée par l'ORSTOM en

1968. Cette citation est la suivante : « La Monographie hydrologique est statique en apparence par le caractère figé qu'elle impose aux éléments du régime en les présentant schématiquement sous la forme des conclusions d'analyses statistiques : moyennes, écarts-types, etc. Mais ces conclusions ne sont connues qu'approximativement ; leur vraie valeur inconnue oscille dans un intervalle d'autant plus grand que leur variabilité l'est aussi ; cet intervalle est fonction de la période observée, c'est-à-dire du nombre d'années continues examinées. Les observations hydropluviométriques doivent se poursuivre. Il est vraisemblable que dans dix ans l'information supplémentaire justifiera une mise à jour des conclusions précédentes afin d'en mieux cerner les vraies valeurs en réduisant l'intervalle de leurs variations ». Trente ans ont passé, la révision n'a pas été faite et n'a pas été nécessaire : les conclusions initiales n'ont pas été prises en défaut.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Concernant les ressources en eau du JAGUARIBE

DUBREUIL, P. 1965. Particularités des réseaux hydrométriques sur des cours d'eau à lit très mobile. AISH, OMM. Colloque de Québec, juin 1965.

DUBREUIL, P. 1966. L'étude pluvio-hydrologique du bassin du Jaguaribe. *Revue Terres et Eaux*. Vol. XIX n° 47, pp. 22-31.

DUBREUIL, P. 1966. Un exemple d'estimation sur carte du volume total emmagasiné dans les petits réservoirs d'une région. AISH. *Public* n° 70. Vol. II pp. 551 - 558.

DUBREUIL, P. ; GIRARD, G. ; HERBAUD ; J. 1969. Monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe. Mémoires ORSTOM n° 28, 385 p.

Cette édition constitue une révision augmentée de compléments de la première publication du rapport en trois volumes de la convention SCET-COOP/ORSTOM/ASMIC/SUDENE sortie en 1965. Le volume consacré à l'analyse des éléments du régime hydrologique a été entièrement révisé et la synthèse des écoulements et des crues a été approfondie. Elle constitue donc la synthèse des études hydrologiques réalisées dans cette région du Brésil et est encore aujourd'hui un document de base.

DUBREUIL, P. ; HERBAUD, J. 1970. Contribution à la connaissance quantitative des modifications du régime hydrologique sous l'effet des taux de boisement à l'aide de deux exemples : le bassin alsacien du Rhin et le bassin du Jaguaribe (Brésil). SHF. XI^e Journées de l'Hydraulique. Paris, sept. 1970. quest. III, Rapport 8.

DUBREUIL, P. ; GIRARD, G. 1973. Influence de très nombreux petits réservoirs sur le module annuel d'une rivière tropicale (exemple pris dans le bassin du Jaguaribe au Brésil). In : Amer. Geophys. Union. « Man Made lakes, their problems and environmental effects », 847 p.

CAMPELLO, S. ; DUBREUIL, P. 1966. Normes climatiques et hydrologiques pour projets d'aménagements hydrauliques (bassin du Jaguaribe, Ceará, Brésil). ORSTOM-Edit. 28 p.

DUBREUIL, P. 1985. Quelques problèmes de l'eau rencontrés au Brésil. *La Houille blanche*, 1985, n° 2, pp. 111 - 122.

CADIER, E. ; MOLLE, F. ; DUBREUIL, P. 1986. Influence de différents types d'aménagements hydrauliques emboîtés sur les régimes hydrologiques et les potentialités d'irrigation. UNESCO, PNUE, Colloque intern. Incidence des grands projets d'aménagement hydraulique sur l'environnement, Paris, oct. 86.

Concernant la politique de bassins représentatifs dans le Nordeste

- DUBREUIL, P. 1965. Contribution à l'étude d'implantation de bassins représentatifs de régions hydrologiques homogènes. AISH. Colloque de Budapest, sept. 1965, vol. I, pp. 54 - 63.
- DUBREUIL, P. 1973. Le transfert d'information hydrologique à des bassins versants non observés. UNESCO. Colloque de Madrid. Juin 1973.
- DUBREUIL, P. ; VUILLAUME, G. 1975. Influence du milieu physico-climatique sur l'écoulement de petits bassins intertropicaux. AISH. Public n° 117. pp. 205-216. Sympos. de Tokyo.
- DUBREUIL, P. 1986. Review of relationships between geophysical factors and hydrological characteristics in the tropics. *Journal of Hydrology*, 87, pp. 201-222.
- CADIER, E. ; DUBREUIL, P. 1986. Influence de la taille et du nombre de retenues sur le régime hydrologique de petits bassins du Nordeste du Brésil. SHF. XIX^e Journées de l'Hydraulique, Paris, sept. 86, question I, Rapport n° 11.
- L'emploi d'un modèle mixte hydrologique et de simulation permet aux auteurs d'analyser en détail l'influence et le rôle joués par la taille du bassin versant, le volume accumulable dans une retenue et la surface de périmètres irrigués. La démonstration est faite sur des exemples concrets pris dans le Nordeste du Brésil.*

HYDROLOGIE

CONVENTION ORSTOM/SUDENE D'ASSISTANCE TECHNIQUE À LA RÉALISATION DE L'INVENTAIRE ET DE L'EXPLOITATION RATIONNELLE DES DONNÉES DES RESSOURCES HYDRIQUES DU NORDESTE BRÉSILIEN

Localisation

Division d'hydrométéorologie du Département des ressources naturelles
de la Surintendance de développement du Nordeste
(DHM/DRN/SUDENE), Recife, Pernambuco

Chercheur ORSTOM responsable

Jacques HERBAUD (1972-1975) ; Gilbert JACCON (1975-1980)

Équipe française

Jacques HERBAUD, hydrologue (1972-1975) ; Jean-Marie FRITSCH,
hydrologue (1972-1977) ; Patrick SECHET, ingénieur hydrologue (1976-1980) ;
Pierre DERANSART, coopérant technique, informaticien INRIA (1973-1974) ;
Patrick TOURASSE, coopérant technique, informaticien (1974-1976) ;
Gilbert JACCON, hydrologue (1975-1980) ;
Jean-François NOUVELOT, hydrologue (1973-1978) ;
Gérard COCHONNEAU, coopérant technique, informaticien ; (1977-1980) ;
Eric CADIER (1978-1980)

Responsable brésilien du projet

Silvio CAMPELLO, chef du Département des ressources naturelles de la SUDENE

Équipe brésilienne

tout le personnel de la Division d'hydrologie de la SUDENE,
soit entre cinq et quinze ingénieurs et analystes
et entre douze et quarante-cinq techniciens selon la période

Durée du projet

1972-1980

HISTORIQUE

Dix ans après l'opération hydro-pédologique du GEVJ, première intervention de l'ORSTOM au Brésil, la convention d'assistance hydrologique avec la SUDENE

Créée en 1959 par décision du président de la République brésilienne J. KUBITCHEK, la SUDENE, dont le siège se situe à Recife, a pour objectif premier de tenter de résoudre le crucial déficit économique de cette région, qui est épisodiquement soumise à des sécheresses catastrophiques. Entre autres tâches, elle entreprend l'inventaire des ressources naturelles de la région Nord-Est. La nécessité d'organiser la masse d'informations pluviométriques et hydrométriques d'un réseau qui fonctionne depuis 1910, et qui a été amplifié après la sévère sécheresse de 1958, se fait alors sérieusement sentir. Plusieurs éléments vont amener la SUDENE à faire appel à l'ORSTOM. Tout d'abord, le succès de l'opération hydro-pédologique du Val du Jaguaribe, montée par la SUDENE entre 1962 et 1964, et dans laquelle intervenait une équipe de l'ORSTOM coordonnée par Pierre DUBREUIL. Ensuite, l'expérience, rare à l'époque, acquise par les hydrologues de l'ORSTOM dans le domaine de l'informatisation des données hydrologiques. Enfin, la présence à la SUDENE de Gérard HIEZ, hydrologue ORSTOM détaché auprès de l'UNESCO en qualité de conseiller technique à la Division d'hydrologie entre 1967 et 1970, puis détaché auprès de l'OMM en qualité d'expert hydroclimatologue du Projet des Nations unies pour le « développement des services météorologiques du Nord-Est du Brésil » à Recife en 1971-1972. Ces éléments amènent tout naturellement la SUDENE à contacter l'ORSTOM. En décembre 1971, Pierre DUBREUIL, chef du Département de la recherche appliquée du Service hydrologique de l'ORSTOM à Paris, jette au cours d'une mission préparatoire les bases de la collaboration avec la SUDENE. Une convention, de type SUBIN, c'est-à-dire supervisée par le Secrétariat de coopération économique et technique internationale, est donc signée entre les deux organismes en 1972, afin de réaliser l'inventaire, la critique, la saisie, le traitement et l'analyse des données d'observations sur les ressources en eau du Nord-Est brésilien.

Les premiers chercheurs de l'ORSTOM, J. HERBAUD et J.-M. FRITSCH arrivent à Recife au cours du second semestre 1972. P. DERANSART, coopérant technique, informaticien de l'Institut national de recherche en informatique appliquée, INRIA, les rejoint début 1973.

Au cours d'une seconde mission effectuée en mai 1973, P. DUBREUIL propose à nos partenaires brésiliens un programme complémentaire d'intervention qui s'étendrait également aux bassins hydrologiques représentatifs afin de répondre à la forte demande d'informations relatives à la disponibilité en eau des bassins de faible superficie (de quelques kilomètres à un millier de kilomètres carrés environ). L'acceptation par la SUDENE de ce programme décide de l'affectation à Recife de J.-F. NOUVELOT en décembre 1973.

G. JACCON remplacera J. HERBAUD en 1975 et E. CADIER succèdera à J.-F. NOUVELOT en 1978. P. SECHET intégrera le projet en 1976 et J.-M. FRITSCH quittera le Brésil en 1977. P. TOURASSE, puis G. COCHONNEAU, coopérants techniques et informaticiens, succéderont à P. DERANSART.

LES PRINCIPALES OPÉRATIONS DU PROGRAMME

Le programme intitulé « Assistance technique à la réalisation de l'inventaire et de l'exploitation des données de ressources en eau du Nord-Est Brésilien », tel qu'il figure dans la convention, comprend trois volets distincts :

- la constitution de la banque de données hydropluviométriques ;
- la planification de l'implantation d'un dispositif de bassins hydrologiques représentatifs ;
- et un troisième volet, inclus dans les deux premiers, de réalisation de synthèses régionales.

OPÉRATION CONSTITUTION DE LA BANQUE DE DONNÉES HYDROPLUVIOMÉTRIQUES

PRINCIPALES ACTIVITÉS RÉALISÉES

Des débuts difficiles

Les débuts de l'opération sont difficiles. L'entreprise est en effet considérable. Il s'agit de constituer une banque de données hydropluviométriques regroupant les informations provenant de dix Etats s'étendant sur près d'un million et demi de kilomètres carrés. L'opération exigeait de traiter les données provenant d'environ 2 500 pluviomètres, 356 pluviographes et 200 stations hydrométriques, pour des durées d'observation dépassant souvent 50 ans, avec des moyens informatiques insuffisants et peu pratiques à une époque où l'informatique en était à ses débuts. En effet, à la suite de contacts antérieurs pris avec l'université de Campina Grande, située dans l'Etat de la Paraíba, à quelque 250 km de Recife, la SUDENE s'était engagée à exécuter tous les traitements informatiques de l'opération à Campina Grande! Cela a imposé à l'équipe de se déplacer jusque-là chaque semaine durant près d'une année, pour travailler péniblement sur un ordinateur lent et très peu puissant.

Il faudra changer trois fois d'ordinateur et de système opérationnel, imposer des formats, convaincre et former beaucoup de personnel et accepter toutes les fonctions et tous les types de travaux.

En raison de toutes ces difficultés, c'est seulement dans le courant du premier semestre de 1975 que l'installation des équipements de saisie et de traitement convenables au siège de la SUDENE à Recife permettra un démarrage effectif de la constitution de la banque de données.

L'élaboration de la base de données : traitement de 15 m³ de documents originaux

Dans cette opération, qui s'est prolongée jusqu'en mars 1980, la SUDENE mettait à la disposition du projet toute son infrastructure et une bonne part de la force de travail de la Division d'hydrométéorologie, HEM, que l'on peut estimer à une quinzaine d'ingénieurs, techniciens et stagiaires.

Le travail de l'équipe a consisté dans l'élaboration d'une base de données comprenant deux systèmes : l'un pour les données pluviométriques, l'autre pour les données hydrométriques, distinction rendue nécessaire par la nature même des données. Ceci comprend pour chaque système une phase de développements informatiques, réalisés sous forme de programmes originaux écrits en langages Fortran ou Cobol, et une phase de pré-traitement (élaboration des étalonnages, dépouillement des pluviogrammes et limnigrammes, etc.) et gestion de l'abondante information recueillie sur l'ensemble du réseau du Nordeste et représentant un volume de documents originaux de 15 m³.

Ainsi, pour chaque partie, il a fallu élaborer l'ensemble des ressources de manipulation, depuis la saisie des informations initiales (relevés pluviométriques ou pluviographiques, hauteurs d'eaux, limnigrammes, jaugeages, identification et historique de stations, etc.), les principaux traitements (concernant notamment les étalonnages de stations hydrométriques) et l'édition, à la demande, d'un ensemble de supports permettant différentes formes de restitution de l'information (listes de paramètres journaliers ou mensuels, annuaires, inventaires, tracés de courbes, etc.).

Par ailleurs, les séries historiques d'observations journalières de chaque station ont été constituées, critiquées et homogénéisées, à partir des documents originaux de relevés effectués deux fois par jour, ou des enregistrements continus obtenus avec les appareils automatiques, de façon à constituer des fichiers de données cohérentes.

Guidée par la nécessité de garantir aux demandeurs de données hydropluviométriques un accès facile à l'information, l'équipe a défini, aussi bien pour la pluviométrie que pour l'hydrométrie, deux niveaux de fichiers :

- les *fichiers de base*, pour lesquels la conformité la plus stricte avec les lectures ou enregistrements originaux est recherchée ;
- les *fichiers opérationnels*, qui contiennent l'information corrigée et complétée, obtenue par analyse critique des fichiers du premier groupe.

La constitution de la base de données hydroclimatologiques du Nordeste brésilien a exigé la mise au point d'un certain nombre de méthodes originales de traitement des données pluviométriques et hydrométriques, dont beaucoup ont été reprises depuis dans des logiciels plus récents mis au point par l'ORSTOM, comme HYDROM et PLUVIOM. Elle a aussi été l'occasion de la première publication de l'application en vraie grandeur par G. JACCON en 1982, de la méthode d'homogénéisation des données pluviométriques, appelée méthode du vecteur régional établie par G. HIEZ en 1977, et qui a, de ce fait, contribué à sa mise au point.

Par ailleurs, une partie de ce travail a été consacrée à la gestion et à l'exploitation des données recueillies sur les quelques bassins versants expérimentaux installés par la SUDENE dans le Nordeste et qui constitue le deuxième volet du projet.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

En 1980 mission accomplie : la banque fonctionne

C'est en mars 1980 que le système informatique complet a été achevé et remis officiellement au directeur du Département des ressources naturelles de la SUDENE. L'ensemble des données hydropluviométriques avait été saisi, tous les programmes étaient opérationnels, les manuels d'utilisation étaient écrits et le personnel de la SUDENE était formé. La SUDENE possédait alors, indiscutablement, le meilleur système concernant ce type de données fonctionnant au Brésil à ce moment-là.

Le programme de coopération à la SUDENE a longtemps souffert d'une intégration insuffisante entre les partenaires, essentiellement due à la difficulté d'assimilation des techniques informatiques au sein de la division d'hydrométéorologie. Le transfert a toutefois été finalement réussi, de sorte que la base de données est restée opérationnelle, malgré les changements de matériel, l'évolution des procédures et le départ des équipes, comme en témoigne la récente

publication des données pluviométriques mensuelles [BRASIL, 1990]. Ainsi, la banque de données hydroclimatologiques de la SUDENE constitue encore actuellement la source d'information sur les ressources hydriques du Nordeste brésilien la plus importante et la plus fiable, même si elle ne contient pas les données les plus récentes (1988 et au-delà). En effet, le DNAEE, Département national des eaux et de l'énergie électrique, ayant reçu la mission de gérer la totalité du réseau hydrométrique national, le réseau de la SUDENE fut mis en extinction.

Le fichier opérationnel de pluviométrie mensuelle est fort de près de 700 000 enregistrements, ce qui correspond à un peu plus de 50 000 années complètes, pour environ 2 500 postes. Les fichiers opérationnels du système d'hydrométrie contiennent environ 30 000 enregistrements mensuels de débits journaliers, pour 350 stations sur lesquelles 17 000 jaugeages ont été réalisés. L'analyse critique de cette masse d'information aura constitué une préoccupation constante durant toute la durée du projet, de sorte que les données disponibles dans ces fichiers opérationnels ont fait l'objet de divers tests qui conduisent à leur attribuer un code de qualité et un code d'origine, susceptibles de renseigner les utilisateurs sur la fiabilité de ces informations.

En termes de ressources d'extraction, il faut noter que la nature quantitative des données de cette base, et son aspect essentiellement historique, n'est pas propice à des interrogations multicritères. En revanche, de nombreuses fonctions d'édition sont disponibles et fournissent toutes sortes de tableaux et d'inventaires des données, à partir des divers fichiers disponibles dans chaque système. Cet ensemble de résultats est mis à la disposition des demandeurs de données à l'aide de procédures standards opérées sur place par les administrateurs de la base de données.

PARTENARIAT ET FORMATION

Durant toute la durée de l'opération, la formation du personnel de la SUDENE, qui n'avait aucune formation informatique préalable, a été un souci constant de l'équipe. Plusieurs ingénieurs ont été envoyés au Service hydrologique de l'ORSTOM, rue E. Carrière à Paris, entre 1974 et 1978 pour y suivre un stage de formation d'un an :

- Antônio Faustino CAVALCANTI, qui a depuis quitté la SUDENE et est professeur à l'UFPe ;
- Francisco Chagas PEREIRA ; Pedro Augusto SANGUINETTI et Francisco Xavier de MAGALHAES, qui travailleront ensuite avec J.-F. NOUVELOT et E. CADIER sur les bassins expérimentaux.

D'autre part, deux membres de l'équipe, José Eurico da PAZ pour l'hydrométrie et Geraldo CAMPELLO pour la pluviométrie, ont pu réaliser un stage de perfectionnement de quelques mois en France.

Des stages annuels d'une semaine sont organisés dès 1976 par G. JACCON et J.-F. NOUVELOT sur les techniques d'hydrologie opérationnelle non utilisées au Brésil (essentiellement sur des techniques de jaugeage de petits cours d'eau).

En 1979, Silvio CAMPELLO, responsable du projet ORSTOM/SUDENE présente sa thèse de doctorat « Modélisation de l'écoulement sur des petits cours d'eau du Nordeste (Brésil) » à l'université Pierre et Marie Curie de Paris VI, après une période passée au Service hydrologique de l'ORSTOM. P. DUBREUIL fait partie du jury.

De 1976 à 1980, des contacts étroits sont établis entre l'équipe hydrologique ORSTOM de la SUDENE et les hydrologues du DNAEE à Brasília. Ces contacts sont à l'origine du projet d'hydrologie entre l'ORSTOM et le DNAEE, qui débutera en 1981 par l'arrivée de G. JACCON et qui entrera dans l'accord général ORSTOM/CNPq signé au tout début de l'année 1981.

Enfin, c'est aussi par l'appui à d'autres actions de coopération franco-brésilienne que l'équipe de la mission hydrologique française a prêté son concours à plusieurs reprises, notamment en offrant sa collaboration lors des fréquentes missions d'experts de courte durée.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Un nombre important de publications a été réalisé en portugais à l'occasion de ce travail.

La plupart sont d'ordre méthodologique et concernent le système de pluviométrie (TOURASSE 1977 ; HIEZ 1978 ; JACCON 1979, 1982), ou d'hydrométrie (FRITSCH 1976, 1977 ; SECHET 1978, 1979). Une documentation d'utilisation complète est également disponible (ARAUJO *et al.*, 1980 ; SECHET 1980) et une synthèse présentant l'ensemble des deux systèmes et les résultats obtenus est également disponible en portugais (AYDIL *et al.*, 1979), et en français (JACCON & SECHET 1980).

FRITSCH, J.-M. 1973. Système de traitement des données hydrologiques de la SUDENE (limnimétrie et jaugeages) sur IBM 1130. ORSTOM-SUDENE, Recife, février 1973, 27 p., 13 fig., programmes FORTRAN. (Mémoire de fin de deuxième année d'élève ORSTOM).

FRITSCH, J.-M. 1974. Processamento dos dados hidrológicos do Nordeste. ORSTOM-SUDENE, Recife, mult., 225 p., 24 fig.

NOUVELOT, J.-F. 1974. Planificação da implantação de bacias representativas. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.

HERBAUD, J. 1975. Inventário e exploração racional dos dados hidrológicos do Nordeste. Convênio O21/73. Relatório final. SUDENE-ORSTOM. Missão Hidrológica Francesa, julho 1975.

FRITSCH, J.-M. 1977. Traitement des données hydrologiques du Nordeste : les données limnigraphiques (Processamento dos dados hidrológicos : os dados linigráficos). ORSTOM-SUDENE, Recife, mult., 35 p., 14 fig., tabl. et annexes.

FRITSCH, J.-M. 1977. Modelo estocástico para operação simulada de represa com dados sintéticos. Compte rendus du séminaire de Fortaleza, août 1977. Revista « Engenharia », n° 5.

TOURASSE, P. 1977. Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste. 1a parte. Criação e atualização do arquivo diário original. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.

HIEZ, G. 1978. Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste. 2a parte A. Homogeneização dos dados. Método do Vetor Regional. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.

SECHET, P. 1978. Processamento dos dados hidrológicos do Nordeste. 2a. parte. Gestão e manutenção dos arquivos. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.

SECHET, P. 1979. Processamento dos dados hidrológicos do Nordeste. 3a. parte. Homogeneização dos dados e constituição de um arquivo operacional. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.

AYDIL, G. ; JACCON, G. ; SECHET, P. 1979. Banco de dados hidroclimatológicos do Nordeste : Descrição e inventário. SUDENE. Recife.

- JACCON, G. 1979. Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste. 2a parte B. O arquivo mensal operacional. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.
- JACCON, G. ; NOUVELOT, J.-F. ; COCHONNEAU, G. 1979. Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste. 3a parte. O arquivo de pluviografia. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.
- JACCON, G. ; SECHET, P. 1980. Base de données hydroclimatologiques du Nord-Est brésilien. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, vol. XVII (3-4) : 177-219.
L'inventaire et l'exploitation des données d'observation des ressources en eau de la région nord-est du Brésil s'appuient sur l'élaboration d'une base de données hydroclimatologiques. L'objectif de l'article est de présenter les conceptions générales qui ont orienté la réalisation des systèmes de traitement des données pluviométriques et hydrométriques actuellement contenues dans cette base. La présentation parallèle des méthodes utilisées pour le traitement des données hydrométriques et pluviométriques permet de mettre en évidence les points communs de ces deux systèmes : existence de deux niveaux de fichiers, présence d'une codification pour caractériser l'origine et la qualité de l'information, existence de fichiers d'identification.
- SECHET, P. 1980. Sistema de hidrometria. Manual do usuário. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.
- ARAUJO, C. ; COCHONNEAU, G. ; JACCON, G. 1980. Sistema de pluviometria : Manual do usuário. Pluviometria diária, pluviografia, pluviometria mensal. SUDENE/Missão Hidrológica. Recife.
- JACCON, G. 1982. As precipitações anuais da região paraibana. Homogeneização e análise regional. SUDENE/DRH-HME. Convênio SUDENE/ORSTOM, 97 p.
- BRASIL. SUDENE. DPG-PRN-HME. 1990. Dados pluviométricos mensais do Nordeste. 10 vol., Brasil. SUDENE. Pluviometria, V. 1-10, Recife, PE.

OPÉRATION PLANIFICATION DE L'IMPLANTATION D'UN DISPOSITIF DE BASSINS HYDROLOGIQUES REPRÉSENTATIFS

HISTORIQUE

Cette opération, complémentaire à celle de la création de la banque de données précédemment décrite, est montée dans le but de répondre à la forte demande d'informations relatives à la disponibilité en eau des bassins hydrologiques de faible superficie, très nombreux dans la région Nordeste, en particulier dans la zone semi-aride.

Toutes les activités de ce volet « bassins représentatifs » se sont développées au sein de la Division d'hydrologie du Département des ressources naturelles de la SUDENE. Plus spécifiquement, l'équipe brésilienne impliquée dans cette étude de bassins représentatifs, se composait de six ingénieurs et d'une dizaine de techniciens.

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Une méthodologie originale de planification des bassins

Science d'observation, l'hydrologie, et plus particulièrement l'hydrologie opérationnelle, fait appel aux techniques de la statistique mathématique qui nécessitent de disposer d'échantillons de données suffisamment significatifs et représentatifs. Les observations hydrologiques de base, telles que les précipitations observées en un site ou le débit mesuré dans une section de cours d'eau, sont considérées comme des variables aléatoires que le calcul des probabilités permet de décrire et d'exploiter (lois de distribution, processus stochastique). Cette approche, qui peut être qualifiée également de descriptive, demande donc de disposer de points de mesure et d'observation en nombre suffisant, et garantis d'une certaine pérennité, pour dépasser le stade de l'intérêt local, voire ponctuel. Ces contraintes se heurtant bien évidemment à des considérations économiques (coûts des équipements et de l'exploitation), il était indispensable de rechercher une méthodologie qui permette :

- d'expliquer la variabilité spatiale de certaines caractéristiques hydrologiques afin de pouvoir interpoler ou extrapoler les données recueillies en certaines stations, généralement organisées en réseaux ;
- de raccorder les courtes séries d'observations hydrologiques aux événements climatiques, afin de profiter des longues chroniques climatologiques et plus particulièrement pluviométriques, généralement disponibles ;
- d'apprécier l'évolution dans le temps des phénomènes hydrologiques sous l'effet des modifications de certains facteurs (actions anthropiques ou autres).

Il s'agissait donc, par une approche analytique, de distinguer sur des cas choisis (d'où une nécessaire notion de représentativité du milieu physico-climatique) les facteurs explicatifs dominants du (ou des) phénomène(s) étudié(s), écoulements annuels et leur distribution mensuelle, crues, éventuellement étiages, et d'en préciser quantitativement l'action à l'aide de mesures appropriées. Une telle analyse ne pouvait s'envisager que sur des bassins versants de taille relativement restreinte où la variabilité du milieu physico-climatique n'est pas excessive. C'est de cette démarche que sont issues les études dites de bassins représentatifs. Fort heureusement, les données indispensables à la mise au point de la plupart des projets d'aménagements hydrauliques concernent précisément des bassins versants de faible superficie.

PRINCIPALES ACTIVITÉS RÉALISÉES

Phase de planification

La région nord-est du Brésil placée sous la juridiction de la SUDENE couvrant une superficie voisine de 1 600 000 km², l'implantation d'un dispositif de bassins représentatifs de cette vaste zone a demandé la mise au point d'une méthode de planification, afin que le choix des sites à étudier et des priorités à respecter puisse être fait rationnellement. Cette méthode, essentiellement cartographique, consista à définir sur l'ensemble de la région étudiée différentes zones physico-climatiques homogènes et à admettre, par hypothèse, que chacune d'entre elles correspondait à une zone hydrologique théoriquement homogène.

Phases d'implantation et d'opération

Bien que le projet initial prévoyait que les phases d'implantation et d'opération sur le terrain des dispositifs de mesures et d'observations devaient être intégralement réalisées par les équipes nationales, le manque de formation de ces dernières dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle spécifique aux petits bassins a contraint les chercheurs de l'ORSTOM à s'impliquer, plus qu'ils ne l'auraient souhaité, dans ce type de travaux.

Phase de traitement des données

La critique, la validation et l'archivage des données hydro-pluviométriques recueillies sur les différents ensembles de bassins, ont nécessité la mise au point d'une chaîne de traitement automatique utilisant les moyens informatiques alors disponibles à la SUDENE (ordinateur IBM 360/30 d'une capacité totale de 65,5 KB et ses périphériques, table à digitaliser).

Cette chaîne de traitement se divisait en trois sous-systèmes :

- pluviométrie ;
- pluviographie ;
- hydrométrie.

Phase d'exploitation et d'interprétation des données

La phase d'exploitation faisait aussi, très largement appel au calcul automatique, chaque sous-système de la chaîne de traitement étant doté d'une programmhèque qui permettait d'obtenir, à partir des fichiers opérationnels issus de la phase antérieure, des données atteignant un certain degré d'élaboration.

Les résultats de chaque campagne de mesures et d'observations (portant généralement sur une année), relatifs à chacun des ensembles de bassins représentatifs, étaient regroupés dans des rapports dits « de campagne ». L'analyse et l'interprétation des données de chacun de ces ensembles, faisaient l'objet, au terme des études (qui s'étendaient sur quelques années), d'un rapport de synthèse.

L'objectif final, qui est de faciliter le transfert ou la transposition de l'information hydrologique à des bassins non observés, ne peut être atteint que si l'on dispose de données d'un nombre suffisant d'ensembles de bassins soumis à des situations physico-climatiques caractéristiques du vaste domaine étudié. Cette ultime phase a été développée par E. CADIER dans le projet suivant ORSTOM/SUDENE « **Utilisation rationnelle des ressources en eau des petits açudes du semi-aride nordestin** » [1980-1992].

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

La phase de planification de l'implantation des ensembles de bassins représentatifs, a permis de définir 229 zones hydrologiques théoriquement homogènes et de proposer un calendrier d'installations portant sur 20 ensembles de bassins, sur lesquels les mesures et observations devaient avoir, suivant la variabilité climatique, une durée de 3 à 10 ans. (J.-F. NOUVELOT, 1974). La méthodologie utilisée et les résultats obtenus ont été présentés et discutés, tant avec les partenaires de la SUDENE qu'avec les spécialistes universitaires de São Paulo, Recife et Fortaleza. Il est à regretter toutefois que certains hydrologues aient cru voir dans cette méthode un moyen aisé et rapide de transposition des données hydrologiques à des bassins non observés.

Le découpage en zones hydrologiques théoriquement homogènes a permis également de porter un diagnostic sur la représentativité du réseau général de stations hydrométriques géré alors par la SUDENE. Ce travail a fait l'objet d'une publication disponible en français et portugais [NOUVELOT, 1974].

Deux ensembles de bassins équipés avant le début de l'opération en 1973 ont été réactivés (Riacho do Navio, Sumé) et quatre nouveaux ensembles installés et étudiés (Juatama, Escada, Ibipeba et Tauá). En août 1978, un dernier ensemble a été prospecté dans la région d'Açu (État du Rio Grande do Norte).

Pour faciliter l'utilisation de la chaîne de traitement automatique des données recueillies, une publication intitulée « Traitement automatique des données hydropluviométriques des bassins représentatifs » (J.-F. NOUVELOT, 1978), a été réalisée en français et en portugais.

Le premier rapport d'interprétation des résultats de ces études a porté sur le bassin du Riacho do Navio [NOUVELOT *et al*, 1979].

PARTENARIAT ET FORMATION

Le personnel brésilien, tant de niveau « ingénieur » que « technicien », étant peu préparé à ce type d'étude, un gros effort de formation a dû être mené.

La formation sur place a revêtu plusieurs formes et concerné plusieurs dizaines de personnes :

- formation sur le tas au contact des membres de la mission.
- Publication de très nombreuses notes techniques touchant tous les domaines (métrologie, gestion technique des études ; consignes d'exploitation sur le terrain, morphométrie, informatique, etc). Certaines d'entre elles ont fait l'objet de publication dans un bulletin périodique publié par la SUDENE (Boletim de Recursos Naturais, 1975).
- Organisation de petits séminaires :
 - rôle des bassins représentatifs et expérimentaux dans les programmes d'études hydrologiques (décembre 1974) ;
 - hydrométrie pratique (juin 1976, en collaboration avec G JACCON).
- Organisation de stages en France :
deux des trois ingénieurs affectés au programme, ont reçu une formation complémentaire de plusieurs mois en France, au sein du Service hydrologique de l'ORSTOM.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

NOUVELOT, J.-F. 1974. Planificação da implantação de bacias representativas (Planification de l'implantation de bassins représentatifs). Aplicação à área da SUDENE. SUDENE-DRN, 91 p. illust., Recife, « Convênio SUDENE/ORSTOM ».

NOUVELOT, J.-F. 1975. Caracteres físicos e morfológicos das bacias hidrográficas representativas. *Bol. de Recursos Naturais*, Recife, SUDENE, vol. III (1-2) : 57-68.

- NOUVELOT, J.-F. ; FERREIRA, P.A.S. 1977. Bacia representativa do Riacho do Navio : primeira estimativa dos recursos em água. SUDENE-DRN-HME. Brasil. SUDENE *Hidrologia*, 4, p. « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- NOUVELOT, J.-F. ; FERREIRA, P.A.S. ; CADIER, E. 1979. Bacia representativa do Riacho do Navio. Relatório final. SUDENE-DRN-HME. Brasil. SUDENE *Hidrologia*, 6, 193 p. « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- NOUVELOT, J.-F. ; FERREIRA, P.A.S. 1977. Preparação do projeto de implantação de uma bacia representativa. SUDENE-DRN-HME. Brasil. SUDENE *Hidrologia*, 5, 28 p. « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- BEDIOT, G. ; NOUVELOT, J.-F. ; PISTER, B. ; SCHERER, J.-C. ; TOURASSE, P. 1987. La banque de données. *La Houille Blanche*, Rev. Intern. de l'eau, n° 4-5.

CONCLUSION GÉNÉRALE

RÔLE JOUÉ

DANS LA COOPÉRATION

Tous les objectifs initiaux ont été atteints avec succès

En ce qui concerne la banque de données constituée à la SUDENE, **l'importance du volume de données actuellement saisies, la rigueur avec laquelle l'information est traitée, ainsi que la variété des programmes d'exploitation mis à la disposition des utilisateurs, font de cette base de données un outil de travail essentiel au développement de cette région.** Malgré les difficultés de départ, les objectifs initiaux ont donc été atteints avec succès.

Le programme de cette banque a eu une répercussion particulièrement riche sur le plan des coopérations concrètes, puisqu'il a contribué au démarrage d'une coopération avec l'université fédérale du Ceará, dès 1976, aux propres prolongements à la SUDENE, sur le plan hydrologique (bassins versants et açudes, E. CADIER) et pédologique (inventaire de conservation des sols, J.-C. LEPRUN) et au déclenchement du programme du DNAEE à Brasília (ressources hydriques nationales, G. JACCON).

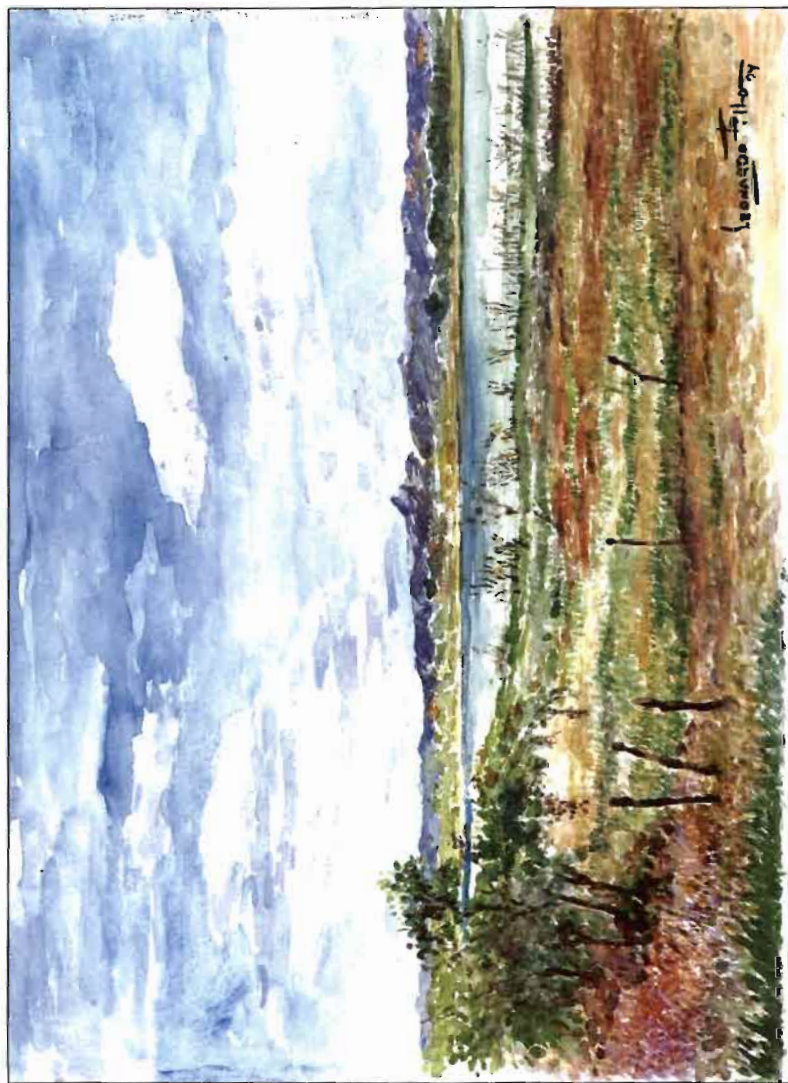
Par ailleurs, s'agissant d'un programme ayant conduit à la réalisation d'une base de données, **il est à l'origine, encore actuellement, de diverses applications.** Enfin, certaines de ses avancées technologiques, notamment sur le plan de la critique des informations, sont des notions qui ont été bien assimilées depuis au Brésil.

En ce qui concerne l'opération « Implantation de bassins représentatifs », il faut souligner que malgré ses imperfections, **ce programme faisait preuve d'originalité tant dans son approche que dans son envergure.**

Les difficultés rencontrés lors de sa mise en œuvre ont rarement été d'ordre technique et la dynamique des premières années, qui avait permis l'installation d'une demi-douzaine d'ensembles de bassins, s'est assez rapidement trouvée brisée pour des raisons d'ordre conjoncturel, liées à une dégradation de l'économie du pays. Une coopération scientifique et technique de ce type, c'est-à-dire d'hydrologie appliquée, se limitant uniquement à la mise à disposition du pays-hôte de moyens humains (chercheurs, ingénieurs ou techniciens), a d'énormes

difficultés à d'atteindre ses objectifs, sans l'assurance de crédits de fonctionnement nécessaires, surtout si elle concerne des programmes pluriannuels de durée relativement longue, nécessitant des infrastructures techniques importantes et une continuité dans l'acquisition de l'information de base.

Les études sur bassins représentatifs ont, malgré les difficultés et divers aléas, permis de progresser sensiblement dans la connaissance de l'hydrologie et donc de la ressource en eau des zones semi-arides du Nordeste. Les nombreux projets d'aménagements hydrauliques qui concernent fréquemment des bassins de superficie modeste (infrastructures diverses, projets agro-pastoraux, etc.), peuvent ainsi s'appuyer sur des bases hydrologiques beaucoup plus consistantes que celles utilisées auparavant. Le projet « Utilisation rationnelle des ressources en eau des petits « açudes » du semi-aride nordestin », mené par l'ORSTOM et la SUDENE entre 1980 et 1992 sous la coordination de E. CADIER et qui est la continuation de ce projet, **pour-suivra l'étude des bassins expérimentaux en les complétant**, utilisera les acquis de la présente opération et les valorisera en les appliquant sur le terrain auprès des petits agriculteurs.



« Acude » près de Taperoá (Paraíba), région semi-aride du Nordeste
(Aquarelle originale de Leonardo Fucho, Olinda, PE)

HYDROLOGIE

PROJET ORSTOM/UFCe

PROJET D'ÉTUDE DU RÉGIME DES PRÉCIPITATIONS RÉGIONALES ET DES RELATIONS PRÉCIPITATIONS-ÉCOULEMENTS SUR BASSINS REPRÉSENTATIFS

Localisation

Départements de génie rural,, d'économie rurale et laboratoire des sols du Centre de sciences agraires (CCA) de l'université fédérale du Ceará (UFCe), Fortaleza, Ceará

Chercheur ORSTOM

Gérard HIEZ, hydrologue

Partenaire responsable

José Braga PAIVA, directeur du CCA

Durée du projet

de 1976 à 1982

HISTORIQUE

Mise en place de la convention

La coopération avec l'université fédérale du Ceará a commencé en 1974 avec un petit programme d'enseignement d'hydrologie. En 1976, Gérard HIEZ est affecté à plein temps à un projet complémentaire de recherches dans le domaine des ressources en eau. Après un an de négociations, une convention générale de type SUBIN (supervisée par le Secrétariat de coopération économique et technique internationale brésilien) est signée avec le recteur de l'université, le professeur Pedro Teixeira BARROSO pour la réalisation de programmes communs de recherches et d'enseignement dans les domaines des sciences de la terre et des sciences agronomiques. Des actions d'enseignement et de formation appliquées aux domaines des recherches sont incluses mais il est convenu qu'elles restent d'importance limitée en regard du développement des recherches, jugées prioritaires. G. HIEZ, hydrologue de

L'ORSTOM, arrive à Fortaleza en 1976 et est nommé chef de la mission lorsque les deux autres chercheurs de l'ORSTOM, P. AUDRY et D. DELAUNAY seront affectés à l'UFCE.

Compte tenu des conditions et des relations de travail avec les partenaires, la convention qui vient à échéance en mars 1982 ne sera pas renouvelée et G. HIEZ rejoindra alors le DNAEE à Brasília.

OBJECTIFS INITIAUX

Ces objectifs sont les suivants :

- homogénéisation des données pluviométriques par un traitement informatique adéquat ;
- étude de l'adaptation des formules d'estimation de l'évapotranspiration potentielle aux conditions du Nordeste brésilien (paramètre du rayonnement, données incomplètes, etc.) ;
- investigations sur la structure des pluies ;
- participation au cours de post-graduation en ressources hydriques.

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

L'homogénéisation des données pluviométriques par traitement informatique, commencée de longue date est achevée en presque totalité durant la période 1977-1978. Elle a consisté à extraire des données ponctuelles fournies par les postes d'observation, l'information, régionalement représentative, la plus probable, grâce à la mise au point d'un logiciel performant et original appelé « Méthode du vecteur régional » ou M.V.R. créée par G. HIEZ (cf. bibliographie commentée). Ce travail est accompli malgré les difficultés de travail et la disponibilité insuffisante des données de pluie. Celles-ci sont stockées en nombre et en qualité suffisante dans la banque de données hydroclimatologiques de la SUDENE, montée en collaboration avec l'ORSTOM entre 1972 et 1980. G. HIEZ participe à plusieurs travaux au sein du Département des ressources hydriques de l'UFCE.

PARTENARIAT ET FORMATION

Stagiaires brésiliens envoyés en France

- Moise Saraiva LEÃO a effectué un stage de courte durée en France dans le domaine de l'irrigation.

Enseignement dispensé

- Participation au cours de post-graduation en ressources hydriques sur le thème « Evaluation des ressources en eau » (environ 90 heures de cours et travaux pratiques).

BILAN

Les conditions de réalisation difficiles du projet de coopération

En l'absence d'un statut réel de chercheur, les partenaires considèrent les chercheurs de l'ORSTOM comme des professeurs visitants sans responsabilité dans la conception et la conduite des programmes. Les réactions de défense de la part du corps enseignant rendent les relations de collaboration avec la contrepartie brésilienne difficile, voire inexistantes. Ces torts ont été reconnus par les partenaires au cours d'une réunion avec le représentant de l'ORSTOM.

Sur le plan matériel, l'absence totale de crédits de recherche attribués par l'Université, la difficulté d'obtenir un financement auprès d'un organisme extérieur (des demandes ont été présentées au CNPq et à la SUBIN et n'ont pas abouties) se traduit par l'absence de moyens propres de travail, et en particulier de véhicules pour effectuer les tournées de terrain.

En dépit de lignes de recherche prometteuses et de résultats intéressants obtenus et d'un certain succès dans les actions de formation, l'opération de coopération auprès de l'UFCe qui a vu l'arrêt précoce des projets d'économie rurale (Daniel DELAUNAY) en 1980 et de pédologie (P. AUDRY) en 1981 (cf. dossiers détaillés de ces projets), et qui devait s'étendre à d'autres domaines, peut être considéré comme un échec. La convention sera close en 1982.

PUBLICATIONS

HIEZ, G. 1977. L'homogénéité des données pluviométriques. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, Paris, 14 (2) : 129-172.

Il s'agit de la mise au point de la « méthode du vecteur régional » ou MVR, méthode mathématique d'homogénéisation de données météorologiques qui constitue le travail original le plus important réalisé par l'auteur. L'un des moyens d'analyse les plus éprouvés pour tester l'homogénéité de l'information pluviométrique recueillie repose sur l'utilisation des sommes cumulées (simples et doubles). On tente d'en ébaucher une théorie qui permet de souligner le caractère linéaire de la liaison entre deux séries de totaux cumulés, et de montrer que cette liaison est régie par un processus de Markov de premier ordre. La méthode proposée repose donc essentiellement sur le choix d'une formule d'estimation de la valeur modale et sur un procédé original d'extraction du vecteur régional de référence à partir de la matrice des données, par itération successive sur les lignes et les colonnes. Le programme est décrit schématiquement et un certain nombre de recommandations définissent les conditions d'application à partir d'exemples choisis au Brésil.

HIEZ, G. 1977. Possibilidade de melhoria do conhecimento do meio terrestre pela utilização de técnicas de sensoriamento Remoto. *Revista Engenharia do ASTEF*, n° 5, Fortaleza.

HIEZ, G. ; GUSMÃO, A. 1981. O Vetor Regional aplicado ao Estado do Ceará. III Simp. ABRH, Fortaleza.

HIEZ, G. ; RANCAN, L. 1983. Aplicação do Vetor Regional no Brasil. V Simp. ABRH. Blumenau (SC).

HYDROLOGIE

CONVENTION ORSTOM/SUDENE

ÉTUDES DES BASSINS HYDROLOGIQUES REPRÉSENTATIFS ET EXPÉRIMENTAUX DU NORDESTE ET UTILISATION RATIONNELLE DES RESSOURCES HYDRIQUES DES PETITS « AÇUDES » DU NORDESTE SEMI-ARIDE

Localisation

Division d'hydrométéorologie du Département des ressources naturelles
de la Surintendance de développement du Nordeste
(DHM/DRN/SUDENE), Recife, Pernambuco

Chercheur ORSTOM responsable

Eric CADIER, hydrologue (1980-1992)

Équipe française

Eric CADIER, hydrologue ; Alain LARAQUE, allocataire de recherches ORSTOM
(1987-1990) ; Marc MONGAILLARD, coopérant technique (1987-1988)

Équipe du projet TAPI ((MAE français), à partir de 1988

François MOLLE ; Remy COURCIER ; Eric SABOURIN ; ingénieurs ;
Frédéric BAZIN, coopérant technique

Responsable brésilien du projet

Marcelo Nogueira de MENEZES, puis Benedito José ZELAQUETT SERAPHIN,
chefs de la Division d'hydrométéorologie de la SUDENE

Équipe brésilienne

Effectifs d'ingénieurs et techniciens de la SUDENE variant entre dix et vingt selon les années.
Parmi les ingénieurs : P.A. SANGUINETTI ; Humberto J.P. VIERA ; Gisnaldo J. ZELAQUETT ;
Moisés S. de ASSUNCAO ; Beronildo J. de FREITAS ; Francisco das CHAGAS PEREIRA ;
Maria José Albuquerque LINS ; Nice M. da Cunha CAVALCANTE ;
Frederico Roberto DOHERTY ; Flavio Hugo BARRETO ;
Carlos Henrique de ALBUQUERQUE, etc.

Parmi les techniciens

Paulo Jarbas Varela NOBRE ; M. Acioli LINS ; Crenivaldo Régis VELOSO ;
Tiago J. Nobre VARELA ; Edilton Mendes das MERCES ; Josué G. dos SANTOS ;
Ivaldo Gomes da SILVA ; Breno V. Batista MAIA ; Pedro S. de OLIVEIRA ;
Alcides E. de FREITAS ; Benjamin Alves ROLIM, etc.

HISTORIQUE

En mars 1980, le projet « **d'assistance technique à la réalisation de l'inventaire et de l'exploitation rationnelle des données des ressources hydriques du Nordeste brésilien** », mené entre l'ORSTOM et la SUDENE depuis 1972, se termine par la remise officielle de la banque de données hydrométéorologiques à la SUDENE. Tous les chercheurs hydrologues de l'ORSTOM quittent alors Recife, à l'exception de Eric CADIER, arrivé en 1978 pour remplacer J.-F. NOUVELOT. Pour permettre la continuation de l'opération concernant l'implantation et la gestion du dispositif de bassins hydrologiques représentatifs dans toute la région sous juridiction de la SUDENE soit près de 1,5 millions de km², un nouveau projet intitulé « **Etudes de bassins représentatifs et expérimentaux du Nordeste** » est monté avec l'ORSTOM. Il sera relayé en 1986 par un projet intitulé « **Utilisation rationnelle des ressources hydriques des petits « açudes » du semi-aride nordestin** » qui aboutira, en 1988, à un programme mis en place conjointement par la SUDENE, le MAE français et l'ORSTOM appelé projet TAPI (« **Technologies appropriées à la petite irrigation** ») dont les résultats finalisés seront remarquables.

JUSTIFICATIFS ET OBJECTIFS

Un nécessaire retour en arrière

La connaissance et l'utilisation des ressources en eau est d'une importance vitale dans toute la partie semi-aride du Nordeste brésilien, qui couvre plus de 800 000 km². Pour cela, depuis près de trente ans, l'ORSTOM a entrepris le suivi et l'analyse du comportement hydrologique de plusieurs dizaines de petits bassins versants représentatifs, choisis pour représenter les principaux types de bassins hydrologiques.

C'est d'abord entre 1961 et 1964, que le **Groupe d'étude du Val du Jaguaribe** ou **GEVJ**, créé par la SUDENE, qui recevait une assistance technique des organismes français ASMIC, SCET-COOP et ORSTOM, entreprenait l'étude hydroclimatologique et pédologique du grand bassin du Val du Jaguaribe, de près de 80 000 km², cours d'eau intermittent situé entièrement dans la zone semi-aride de l'Etat du Ceará.

Cette étude, conçue pour déboucher à court terme, sur des recommandations pratiques pour une planification et une bonne gestion des ressources naturelles eut, entre autres résultats principaux :

- l'établissement d'un zonage hydrologique effectué avec le concept nouveau, à cette époque, de zones homogènes délimitées par superposition des cartes stylisées des principaux facteurs conditionnels des régimes, méthode qui sera reprise par J.-F. NOUVELOT en 1975 ;
- les premières études hydrologiques spécifiques sur petits bassins dans le Nordeste dont les données seront reprises et utilisées dans le présent projet.

C'est ensuite, en 1973, la SUDENE qui, suivant les directives données par M. S. CAMPELLO, lança un plan d'étude systématique des ressources en eau des petits bassins de tout le Nordeste. Les principales phases de ce plan, complet et ambitieux, élaboré et réalisé avec le conseil de l'ORSTOM, ont consisté en une planification de l'implantation des bassins versants représentatifs. Des 229 zones homogènes différentes caractérisées par des critères de pluviométrie, perméabilité du sous-sol, relief et altitude identifiées par J.-F. NOUVELOT, après

regroupement, vingt grandes zones prioritaires furent sélectionnées. Quatre de ces zones étaient déjà représentées avec une certaine redondance par les huit bassins déjà installés : **Missao Velha, Batateiras, Crato, Quixabinha, Juatama, Riacho Do Navio, Sumé et Escada**. Un calendrier, très ambitieux, prévoyait l'installation de seize autres bassins entre 1975 et 1981, à raison de deux ou trois par an, chaque bassin devant être suivi durant cinq à dix ans selon l'hydraulicité et la qualité des observations.

Les raisons de l'impossibilité de l'extrapolation

Or, les tentatives effectuées par E. CADIER, en 1979, pour utiliser les résultats de la première synthèse hydrologique, qui était celle du bassin représentatif du RIACHO DO NAVIO, furent très décevantes. On s'aperçut que, malgré un réseau de plus de 70 appareils, suivis pendant sept ans, accompagné de toutes les mesures de caractéristiques physiques et morphologiques recommandées (carte pédologique, densité de drainage, etc.), on était incapable de comprendre, d'interpréter les différences de comportement et *a fortiori* de les extrapoler vers un bassin voisin. La déception fut grande, car cette extrapolation ou transposition constituait la finalité et la principale justification de ce programme.

Il a donc fallu se rendre aux évidences suivantes :

- Pour pouvoir transposer des résultats hydrologiques, il faut pouvoir disposer d'un **échantillon de bassins suffisamment nombreux** pour couvrir l'éventail des situations possibles.
- Chacun de ces bassins doit être représentatif de **situations types**, de la façon la moins équivoque possible. Cela implique le choix de bassins homogènes et souvent plus petits.
- Pour que les résultats des différents bassins soient comparables entre eux, il est nécessaire d'observer **des protocoles de mesure et de traitement des données absolument reproductibles, donc très stricts**. Les techniques de modélisation constituent un bon moyen de s'affranchir des aléas climatiques de la période observée.
- Il importe que les **protocoles d'évaluation des caractères physiques, biologiques et morphologiques** des bassins versants soient également très rigoureux, pour pouvoir servir de base à cette transposition. L'état de la végétation et des premières couches du sol sont déterminants. **La participation des pédologues s'impose donc.**

Toutes ces considérations permettent de comprendre le déroulement des activités successives qui, de l'étude des bassins versants représentatifs à celle des bassins expérimentaux et à la modélisation de l'écoulement aboutiront, en 1991, à l'élaboration de la thèse de doctorat de E. CADIER « Hydrologie des petits bassins du Nordeste brésilien semi-aride », à celle de F. MOLLE « Caractéristiques et potentialités des « açudes » du Nordeste brésilien » et à la publication, en 1992 du « Manuel du petit açude », points d'orgue de la réussite du projet commencé en 1980.

PRINCIPALES ACTIVITÉS RÉALISÉES ET RÉSULTATS OBTENUS

VOLET CONSEIL EN GESTION DES BASSINS REPRÉSENTATIFS

Ce volet a représenté pour le chercheur français l'activité de « service » la plus contraignante. Elle a cependant permis de réunir les données qui ont servi de base à tout le travail qui suivra. Cette activité a consisté en :

- **l'animation et l'encadrement d'une importante équipe** de techniciens de la SUDENE et de chercheurs de diverses universités du Nordeste ;
- **le conseil et la participation aux travaux de terrain**, au traitement et à l'interprétation des données ;
- **le transfert de technologie** réalisé en accompagnant les différentes étapes de l'étude d'un bassin versant, depuis son installation, jusqu'à la rédaction du rapport final en passant par le traitement et la critique des données.

Les équipes de la SUDENE, dirigées alors par P.A. SANGUINETTI, avaient la capacité logistique de gérer simultanément trois ou quatre ensembles de bassins versants. Compte tenu du fait que les trois bassins de Sumé, du Riacho do Navio et de Juatama, étaient déjà en activité au moment de la publication de la planification de J.-F. NOUVELOT, il a fallu fermer en 1977 les bassins du Riacho do Navio, de Juatama, puis celui d'Escada, pour pouvoir installer entre 1976 et 1978, trois des seize nouveaux bassins programmés. Ces trois nouveaux bassins sont tous situés dans la zone semi-aride : Ibipeba dans la Bahia (BA) en 1976, Tauá dans le Ceará (CE) en 1977 et Açú dans le Rio Grande do Norte (RN) en 1978. Un seul bassin aura été finalement installé dans les zones « humides », celui d'Escada, dans la zone de canne à sucre proche de Recife, qui a été étudié entre 1975 et 1977. Ainsi, seulement sept des vingt « grandes » zones initialement prévues par NOUVELOT auront été effectivement couvertes.

La planification réalisée par J.-F. NOUVELOT a permis d'identifier les grands types de régime et les problèmes auxquels sont soumis les petits bassins. Cependant, le fait de ne pas prendre en compte les types de sol et les couvertures végétales constituent, on le sait maintenant, un handicap majeur à l'applicabilité pratique de cette planification et à son utilisation pour transposer les résultats dans les zones semi-arides.

Le ralentissement du programme de bassins versants représentatifs (BVR)

En 1980, quatre ans après le démarrage effectif de l'application de la planification de NOUVELOT, et alors que E. CADIER reprenait la direction de l'opération, l'ensemble du programme était remis en cause. Les raisons étaient d'ordre conjoncturel :

- modification des objectifs et des fonctions de la SUDENE, qui ne prétend plus réaliser directement des programmes d'étude du milieu naturel. Les dirigeants ont changé et sont moins sensibles à la problématique hydrologique des petits bassins. Par ailleurs l'intérêt pour ce programme, qui n'est plus nouveau, s'émousse progressivement. Ceci va malheureusement de pair avec un accroissement général des difficultés économiques du pays.
- le retard s'accumule dans l'élaboration des synthèses finales des bassins désactivés. L'installation et la gestion de nouveaux bassins est encore possible, mais elle ressemble à une fuite en avant puisqu'elle mobilise les énergies nécessaires à l'interprétation et à la synthèse des données déjà recueillies, opérations qui constituent le but final de l'étude de chaque BVR. Les problèmes de modélisation et d'interprétation sont plus complexes que prévu et il semble bien qu'il soit difficile, en 1980, d'éditer des normes et des recettes utilisables pour tout type de bassin. Une pause est donc décrétée dans l'installation des bassins.

Mais les raisons sont également d'ordre technique :

- les essais de synthèse effectués en 1980 avec les résultats obtenus sur l'ensemble des bassins montrent que les variations du régime hydrologique peuvent être importantes à l'intérieur d'une même zone hydrologique homogène. Ceci implique deux changements dans les critères de sélection des bassins représentatifs :

- choisir des bassins beaucoup plus homogènes pour pouvoir mettre en évidence le rôle des différents facteurs. Pour cela, les nouveaux bassins devront être plus petits ;
- choisir des bassins en fonction des **caractéristiques hydrodynamiques des sols, des états de surface et de leur couverture végétale**, facteurs non pris directement en compte par la planification initiale. Ceci rejoint l'évolution des concepts hydrologiques des équipes ORSTOM qui travaillaient en Afrique à la même époque ;
- les aménageurs et les utilisateurs de l'information hydrologique se posent de nouvelles questions sur le rôle de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion, sur la qualité de l'eau ruisselée et enfin, sur les paramètres nécessaires au dimensionnement et à la gestion des « açudes », petites retenues collinaires qui constituent l'aménagement hydraulique le plus fréquent dans le Nordeste semi-aride. Ces questions vont provoquer, elles aussi, une réorientation des études.

Toutes ces raisons expliquent l'évolution des études hydrologiques sur petits bassins constatée au cours de la décennie 1980.

Le programme de bassins versants représentatifs continue sur sa lancée mais son dynamisme est brisé. Quatre puis seulement trois bassins continuent à être gérés simultanément. Dans la décennie 1980, aucun nouveau bassin n'a été installé, entre celui d'Açu en 1978 et celui d'Angelim en 1990 dans le Pernambuco. On est loin du rythme prévu au début du projet !

En 1988, les responsables de la SUDENE, et en particulier Marcelo BARROS, coordinateur du PRN (Programme de ressources naturelles) de la SUDENE, fournissent les moyens nécessaires à l'élaboration des synthèses finales des trois bassins de Tauá, Juatama et Ibipeba, au démarrage de celle de Sumé, à l'installation d'un nouveau BVR à Angelim, et permettent de mener à bien l'importante campagne de mesure 1988-1989. Seules les synthèses de deux bassins (Açu et Escada) ne pourront être réalisées.

Ces synthèses, effectuées dans des délais réduits, avec des techniques homogènes et modernes de saisie et de modélisation, en tenant compte des acquis des autres programmes sur bassins expérimentaux et de l'ATP-PIREN mené à Sumé, auront permis d'augmenter considérablement les connaissances relatives aux régimes et aux modes de fonctionnement hydrologique des petits bassins et de permettre ainsi la réalisation de la synthèse générale élaborée par E. CADIER en 1991.

À partir de 1990, on observe un nouvel et définitif arrêt du programme d'études de BVR provoqué, cette fois, par la crise brutale et les restrictions drastiques et générales imposées à toute l'administration et l'économie brésilienne.

VOLET MISE AU POINT ET INSTALLATION DES BASSINS EXPÉRIMENTAUX

Au début des années 80, sous l'impulsion de la SUDENE, du CNPq et des deux universités du Nordeste dotées d'une formation de post-graduation en hydrologie (Campina-Grande dans l'Etat de Paraíba et Fortaleza dans celui du Ceará) et toujours avec l'appui de l'ORSTOM, était lancé un nouveau programme appelé « **Bassins expérimentaux** ».

Le **premier des bassins expérimentaux** a été installé à Sumé fin 1981 par les équipes de la SUDENE, sous responsabilité technique de P.A. SANGUINETTI, puis de H.P. VIEIRA. L'orientation technique de l'ORSTOM était assurée par E. CADIER et J.-C. LEPRUN. Les appa-

reils installés sont directement inspirés de ceux mis en place par l'ORSTOM dans le cadre du projet MAB-UNESCO à TAI en Côte-d'Ivoire. Leur objectif est de mesurer le rôle des modifications de la couverture végétale sur les écoulements et les pertes en terre. A plus long-terme ce projet vise la détermination des normes de dimensionnement et de gestion des « açudes ». De fortes crues survenues et correctement mesurées dès la première campagne de mesure ont permis de mettre en évidence un accroissement des écoulements d'un facteur variant entre 5 et 10 provoqué par la suppression de la végétation. Ces résultats rapidement obtenus et inédits, alliés à l'appui de l'Agence Nordeste du CNPq et à celui du projet de coopération française (qui allait devenir le projet TAPI) ont sans doute assuré la continuité de l'ensemble du programme d'études de petits bassins (Programme BVR), qui était fortement remis en question dans ces années 1982-1983. Ce programme de recherche fondamentale s'étalait en effet sur une période beaucoup trop longue au gré des responsables politiques et du développement.

Ce premier bassin expérimental a été installé sur une zone de sols homogènes à l'intérieur du BVR de Sumé et en utilisait largement les facilités logistiques : réseau de mesure, équipement, véhicules, observateurs et hébergement. Ce n'est qu'à partir de 1984 que les chercheurs de l'université de Campina Grande ont assuré progressivement la conduite de cette recherche qui continuait encore en 1991. L'étude de ce bassin a permis de mettre en évidence un accroissement des écoulements dans un facteur de 6 lorsqu'on élimine la végétation naturelle (« *caatinga* »). Ce facteur atteint 20 après érosion et dégradation de la surface.

Entre 1986 et 1989, le bassin de Sumé a abrité un programme de recherche par contrat ATP-PIREN passé entre l'ORSTOM, le CNRS et divers organismes brésiliens sur le fonctionnement hydrodynamique et hydrochimique d'un des écosystèmes « *caatinga* » du Nordeste brésilien. Les résultats du programme ORSTOM-SUDENE du bassin expérimental de Sumé ont, bien sûr, été utilisés.

L'étude d'un autre bassin à Tauá (CE), situé au sein du BVR du même nom et inspiré du bassin expérimental de Sumé et mené avec l'université fédérale du Ceará a commencé de fournir des résultats sur d'autres types de sols. Les pertes en eau et en terre de parcelles et micro-bassins sont mesurées. La comparaison des différences des régimes avec les caractéristiques physiographiques des différents bassins et sous-bassins a permis d'ébaucher une typologie hydrologique des bassins de cette région qui sera utilisée pour la transposition de résultats hydrologiques.

VOLET RECHERCHES SUR LE FONCTIONNEMENT DES PETITS « AÇUDES »

« Açudes » est le nom donné, dans le Nordeste, aux innombrables retenues collinaires, seules réserves d'eau possibles sur les roches du socle cristallin en climat semi-aride. On estime leur nombre total à plus de soixante-dix mille. Ce sont en général des petites retenues en terre qui sont le plus souvent dimensionnées et construites de manière très empirique. Leur potentiel est mal utilisé. Les opérations suivantes ont été développées :

- **étude de l'évolution hydrochimique de l'eau des « açudes ».** Cette étude a été réalisée par A. LARAQUE, allocataire de recherches de l'ORSTOM sous la direction de E. CADIER. Les processus de salinisation d'une soixantaine de ces retenues ainsi que leurs comportements hydrodynamiques, les caractéristiques hydrochimiques de leurs eaux et leurs évolutions en saison sèche ont été plus particulièrement étudiés. Un modèle hydrochimique basé

sur la thermodynamique des solutions a été adapté et appliqué afin de simuler l'évolution des trois principaux facteurs limitants pour l'irrigation dans les eaux des « açudes » en phase évaporatoire : la conductivité électrique CE, la teneur en ion chlorure (Cl) et le coefficient d'adsorption du sodium (SAR) qui mesure le risque d'alcalinisation ;

- **études de base menées par F. MOLLE**, chercheur MAE du projet TAPI **sur l'évaporation** (relation entre l'évaporation du Bac A des stations météorologiques et celle des retenues), **sur l'infiltration et la salinisation et sur la forme des retenues**. Ces études ont réuni et comparé un grand nombre de données parfois déjà existantes, mais non exploitées, et ont mis évidence un certain nombre de relations, ou, au contraire ont démonté certaines idées reçues ;
- **mise au point et recherche opérationnelle à l'aide du modèle POMAC**, modèle performant qui permet d'analyser le rôle et d'optimiser le dimensionnement de n'importe lequel des éléments du système : bassin versant, retenue, périmètre. Une version documentée du modèle fonctionne sur micro-ordinateur IBM, PC, et est mise à la disposition des utilisateurs.

VOLET ÉTABLISSEMENT DE NORMES DE DIMENSIONNEMENT ET DE GESTION DE PETITS BARRAGES. ÉLABORATION DU « MANUEL DU PETIT AÇUDE »

Ces normes sont publiées dans un manuel pratique de 521 pages, en portugais, le « Manual do Pequeno Açude » dont l'impression et la présentation ont été très soignées : Publié en association par la SUDENE, l'ORSTOM et le projet du ministère des Affaires étrangères de Technologie appliquée à la petite irrigation, TAPI, ce manuel, dont les auteurs sont François MOLLE et Eric CADIER, mais qui a bénéficié de nombreuses collaborations tant françaises que brésiliennes, a été diffusé à plus de deux mille exemplaires dans tout le Nordeste, le Brésil et dans les pays d'Amérique latine, et connaît un très grand succès. Il s'efforce de présenter des solutions concrètes à l'ensemble des problèmes liés à la construction (choix du site, dimensionnement, choix des matériaux, techniques de construction) et à l'utilisation (pisciculture, irrigation, culture de décrue, alimentation humaine et animale, etc.).

Il introduit de manière simple, des concepts techniques peu diffusés, correspondant parfois à des études originales (salinisation des retenues par évaporation, comment prévoir et gérer les pertes par infiltration, influence de la forme de la retenue, etc.).

VOLET SYNTHÈSE HYDROLOGIQUE DES RÉGIMES DES PETITS BASSINS DU NORDESTE BRÉSILIEN. ÉLABORATION D'UNE MÉTHODE DE TRANSPOSITION

Ce travail a demandé plusieurs années et n'a été possible que grâce au travail de toute l'équipe d'ingénieurs et techniciens de la SUDENE. Il comprend les opérations suivantes :

- **le traitement de l'information de base** qui inclut le dépouillement, la critique et l'interprétation des données. Plus de 2 800 stations x années de pluviométrie et 700 de limnimétrie ont ainsi été traitées ;

- **la conception du système informatique et le calage de modèles hydrologiques.** Un système informatique original a été conçu et implanté. Un ensemble de programmes a également dû être créé pour réaliser le calage d'un modèle de simulation sur plus de 40 stations hydrométriques différentes, totalisant 243 stations/ années. Les résultats de ces calages sont publiés dans un recueil de plus de 200 pages et sont disponibles sur disquettes ;
- **la critique et la sélection des pluviomètres** de la banque de données de la SUDENE et une identification de zones climatiques ont dû être ensuite réalisées pour mieux connaître et valider les zones géographiques pour la transposition des modèles ;
- **la typologie des régimes hydrologiques** des petits bassins a ensuite été réalisée. Croisée avec les caractéristiques physiographiques des bassins, elle a permis, en s'appuyant sur les données du réseau général, de proposer une méthode de transposition des débits annuels ;
- **la méthode de transposition des débits des crues** décennales a été établie à partir des données recueillies sur le réseau de bassins versants représentatifs de la SUDENE.

L'ensemble des résultats est présenté dans une thèse de doctorat soutenue par E. CADIER en novembre 1991 et traduite en portugais.

PARTENARIAT ET FORMATION

Ce projet n'a pu être mené à bien que grâce à la participation de l'équipe d'ingénieurs et de techniciens de la SUDENE formés en grande partie par l'ORSTOM. Durant des années, E. CADIER a encadré et animé cette équipe à laquelle s'était jointe, sur son initiative, un groupe de jeunes informaticiens brésiliens issus de l'Université. Il a pratiquement porté à bout de bras toute l'organisation de la structure d'études et de gestion des bassins représentatifs et expérimentaux, et l'a maintenue fonctionnelle contre vents et marées en réussissant à convaincre les responsables et en se procurant des crédits de fonctionnement.

Le programme de développement de l'irrigation à partir des « açudes », mis en place conjointement par les équipes SUDENE, MAE et ORSTOM, a valorisé les travaux de près de trente années de recherche de l'ORSTOM sur les petits bassins et a débouché sur des applications pratiques de grande portée. Il a permis la participation déterminante de F. MOLLE dans la réalisation des programmes de simulation du dimensionnement des barrages et des périmètres irrigués et dans la compréhension des mécanismes d'évaporation et de salinisation.

VALORISATION SOCIALE ET ÉCONOMIQUE RÔLE DANS LA COOPÉRATION

Les normes de dimensionnement et de gestion des petits barrages contenus dans le « Manuel du Petit Açude » constituent une des principales valorisations pratiques du programme hydrologique de bassins représentatifs mené à la SUDENE. Ce manuel **sert déjà de référence dans toute la région.**

Le conseil en gestion des bassins représentatifs, qui s'est traduit par la publication de 24 rapports hydrologiques dans des collections de la SUDENE, débouche sur une amélioration directe des connaissances hydrologiques du Nordeste et **constitue un véritable et important transfert de technologie.**

Une modélisation hydrologique systématique a permis d'identifier deux grandes zones climatiques à l'intérieur desquelles chaque 100 mm de pluie supplémentaire provoque un accroissement de 40 % des écoulements moyens annuels. Une typologie des bassins a été établie en fonction, principalement, des caractéristiques des sols et de la couverture végétale.

Une méthode de transposition des résultats obtenus vers des bassins dépourvus d'information hydrologique a été élaborée. Cette méthode **permet une estimation simple des ressources en eau** et des débits de pointe des crues en fonction des sols, de la pluviométrie moyenne du bassin et d'autres facteurs correctifs.

Il a fallu rendre ces normes les plus simples possibles pour que les organismes responsables de la construction des « açudes » les appliquent correctement.

Ce programme, clos en 1992 par le départ de E. CADIER, et qui marque la fin de la collaboration de l'ORSTOM avec SUDENE, **après trois décennies de coopération fructueuse** avec parfois des périodes très difficiles, peut être considéré comme un exemple d'action de coopération réussie, même si certaines structures et équipes mises en place ne se sont pas maintenues après la fin du projet.

Le programme de développement mis au point par la SUDENE, l'ORSTOM et le MAE, et qui privilégie trois axes de valorisation productive de « açudes » : la petite irrigation gravitaire, l'intensification des cultures et la pisciculture semi-intensive, a une prolongation heureuse par la création de cellules d'assistance auprès des municipes et des groupements d'agriculteurs.

Ce programme a réalisé plusieurs études-diagnostic concernant l'utilisation traditionnelle des ressources hydriques au sein des systèmes paysans en améliorant cette utilisation. Des expériences sur sites en milieu réel ont permis de tester et de rationaliser les méthodes de gestion de l'eau et l'agriculture familiale en milieu semi-aride. Les propositions d'utilisation des eaux superficielles ont été intégrées à des initiatives locales de planification.

Le « Manual do Pequeno Açude » **constitue un outil indispensable pour tous les techniciens** engagés dans le développement rural et la mise en valeur des ressources hydriques du Nordeste, leur permettant d'éviter des erreurs techniques et répondant à de nombreuses questions concrètes et pratiques.

En conclusion, cette collaboration de type recherche-développement en matière d'utilisation productive des petits « açudes » **peut être considérée comme une grande réussite** et ses retombées se feront sentir longtemps encore dans cette région climatique difficile.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- NOUVELOT, J.-F. ; FERREIRA, P.A.S. ; CADIER, E. 1979. Bacia Representativa do Riacho do Navio. Relatório Final. Recife, SUDENE-DRN-HME, 193 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 6). Bibliografia. « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- CADIER, E. ; COCHONNEAU, G. ; GUSMAO, A.C.S. 1981. Estudo estatístico das precipitações diárias no Estado de Pernambuco. In : Anais do IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, Fortaleza, ABRH. V. 1. pp. 414-22.

- SANGUINETTI, P.A. ; CADIER, E. 1981. Avaliação dos recursos hídricos para pequenos aproveitamentos em zonas semi-áridas do Nordeste : estudo de Bacias Representativas e Experimentais. In : IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, Fortaleza, V. 3, pp. 223-36.
- CADIER, E. ; FREITAS, R.J. 1983. Bacia Representativa de Sumé. Primeira estimativa dos recursos de água. Campanhas 73/80. Recife, SUDENE-DRN, 180 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 14). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- CADIER, E. ; FREITAS, R.J. ; LEPRUN, J.-C. 1983. Bacia Experimental de Sumé-PB ; instalação e primeiros resultados. In : Anais V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. Blumenau, ABRH, V. 1. pp. 69-90.
- CADIER, E. ; FREITAS, R.J. ; LEPRUN, J.-C. 1983. Bacia Experimental de Sumé-PB ; instalação e primeiros resultados. Recife, SUDENE-DRN, 87 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 16).
- CAMPELLO, S. ; SANGUINETTI, P. ; VIEIRA, H.J.P. ; CADIER, E. 1983. Planificação, instalação e operação de uma rede de bacias representativas em fase de rotina : experiência da SUDENE. In : Anais V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, Blumenau. ABRH, V.1. pp. 25-38.
- LEPRUN, J.-C. ; ASSUNÇÃO, M.S. ; CADIER, E. 1983. Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste semi-árido. Características físico-climáticas. (Primeira síntese dos resultados obtidos). Recife, SUDENE-DRN-HME, 71 p. il. mapas. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 15). « Convênio SUDENE/ ORSTOM ».
- VIEIRA, H.J.P. ; CADIER, E. ; LINS, M.J.A. ; ASSUNÇÃO, M.S. 1983. Descrição da Rede de Bacias Representativas e Experimentais do Nordeste brasileiro. In : V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, ABRH, Blumenau, Anais do Fortaleza, V. 1, pp. 39-66.
- ASSUNÇÃO, M.S. de ; LEPRUN, J.-C. ; CADIER, E. 1984. Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste semi-árido : Açú, Batateiras, Missão Velha e Quixabinha ; características físico-climáticas. (Síntese dos resultados). Recife, SUDENE-DRN-HME, 52 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 22). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- CADIER, E. 1984. Método de avaliação dos escoamentos nas pequenas bacias do Semi-árido. Recife, SUDENE-DRN-HME, 75 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 21). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- MOULINIER, M. ; CADIER, E. 1984-85. Les sécheresses du Nordeste brésilien. In : Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XXI(4), 1984-1985. pp. 23-49.
- CADIER, E. ; VIEIRA, H.J.P. 1985. Método de Avaliação dos Escoamentos nas Pequenas Bacias do Semi-árido. In : Anais VI Simpósio Brasileiro de Hidrologia e de Recursos Hídricos. T. I. pp. 217-230, São Paulo.
- PUNGS, J.-P. ; CADIER, E. 1985. Manual de Utilização dos Sistemas BAC e DHM. Banco de Dados Hidrometeorológicos da SUDENE. Recife, SUDENE-DRN-HME, 139 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 23). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- CADIER, E. ; DUBREUIL, P. 1986. Influence de la taille et du nombre de retenues sur le régime hydrologique de petits bassins du Nordeste du Brésil. XIX^e Journées de l'Hydraulique de la Société hydrotechnique de France, Paris.
- Dans les régions semi-arides du globe, la construction des retenues d'eau s'est considérablement accrue au XX^e siècle. Le régime hydrologique en aval en est fortement affecté. La ressource en eau est l'objet de conflits entre usagers. L'emploi d'un modèle mixte hydrologique et de simulation permet d'analyser en détail l'influence et le rôle joué par la taille du bassin versant, le volume accumulé dans une retenue et la surface de périmètres irrigués. La démonstration est faite sur des exemples concrets pris dans le Nordeste du Brésil.*

- MOLLE, F. ; CADIER, E. ; CAMPELLO, S. 1986. Rapport V.8. Modélisation du fonctionnement de retenues d'eau utilisées pour l'irrigation. XIX^e Journées de l'Hydraulique de la Société hydrotechnique de France, Paris.
- CADIER, E. ; DUBREUIL, P. ; MOLLE, F. 1987.. Influence de différents types d'aménagements hydrauliques emboîtés sur les régimes hydrologiques et les potentialités d'irrigation. Colloque UNESCO. Paris, 1987.
- MOLLE, F. ; COURCIER, R. ; CADIER, E. 1988. Quelques aspects de la petite irrigation dans le Nordeste Brésilien. In : Les Cahiers de la Recherche Développement, n°19, sept. 1988.
- BARRETO, F.H. ; LEPRUN, J.-C. ; CADIER, E. ; CALVALCANTE, N. Ma. da C. ; HERBAUD, J. J. M. 1989. Classificação hidrológica de pequenas bacias hidrográficas no Nordeste semi-árido. In : Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Foz do Iguaçu, V. 1, p. 666-676. Paraná, Brasil.
- CADIER, E. ; ALBUQUERQUE, C.H.C de ; ARAUJO FILHO, P.F. ; NASCIMENTO, P.H. de A. ; MONTGAILLARD, M. 1989. Dimensionamento de pequenos reservatórios superficiais do Nordeste semi-árido. In : VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABID, Foz do Iguaçu, Anais do..., V. 1, pp. 202-225.
- HERBAUD, J.J.M. ; LINS, M.J.A. ; ASSUNÇÃO, M.S. de ; CADIER, E. 1989. Bacia Hidrográfica Representativa de Ibipeba. Relatório Final. Recife, SUDENE-DPG-PRN-GT. HME, 219 p. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 27). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- HERBAUD, J.J.M. ; MAGALHAES, F.X. de ; CADIER, E. ; CAVALCANTE, N.M. da C. 1989. Bacia Representativa de Juatama. Relatório Final. Recife, SUDENE-DPG-PRN-GT. HME, 153 p. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 24). « Convênio SUDENE/ ORSTOM ».
- LARAQUE, A. 1989. Estudo e previsão da qualidade da água dos açudes do Nordeste semi-árido Brasileiro. Recife, SUDENE-DPG-PRN-HME, 91 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 26). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- MOLLE, F. ; MEDEIROS, R.D. ; DOHERTY, F. R. et al. 1989. Perdas por infiltração nos pequenos açudes. In : Anais VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Foz do Iguaçu, 1989.
- MOLLE, F. 1989. Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes: Recife, SUDENE-DPG-PRN-GT.HME, 172 p. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 25). « Convênio SUDENE/ ORSTOM ».
- CADIER, E. ; MOLLE, F. ; ALBUQUERQUE, C.H.C. de ; DOHERTY, F.R. ; MONTGAILLARD, M. 1990. Dimensionnement de petits barrages dans le Nordeste Brésilien semi-aride. Journées hydrologiques de Montpellier, 30 p.
- CALVALCANTE, N.M. da. C. ; CADIER, E. ; DOHERTY, F.R. 1990. Bacia Hidrográfica Representativa de Tauá. Relatório Final. Recife, SUDENE-DPG-PRN-GT. HME, 135 p. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 28). « Convênio SUDENE/ORSTOM ».
- LARAQUE, A. 1991. Comportements hydrochimiques des « Açudes » du Nordeste brésilien semi-aride. Evolutions et prévisions pour un usage en irrigation. Thèse de doctorat, USTL, Montpellier, 324 p + annexes.
- CADIER, E. 1993. Hydrologie des petits bassins du Nordeste brésilien semi-aride. Thèse doctorat uniV. Montpellier II, 396 p.
- Ce mémoire cherche tout d'abord à décrire les études et l'information hydrologique qui ont été recueillies. Il s'efforce ensuite de retracer le cheminement qui a conduit à proposer cette méthode de transposition. Ce travail est divisé en cinq chapitres. Le premier chapitre décrit rapidement le contexte physique et climatique du Nordeste brésilien, le cadre de l'étude et l'historique des études de petits*

bassins dans cette région. Le deuxième chapitre cerne les aspects théoriques, la problématique et la spécificité des études hydrologiques sur petits bassins. Un troisième chapitre décrit les bassins représentatifs étudiés et résume les résultats qui y ont été obtenus en indiquant l'apport spécifique de chaque bassin. Le quatrième chapitre montre et justifie les différentes étapes de l'élaboration de la méthode de transposition des écoulements annuels.

MOLLÉ, F. 1991. Geometria dos pequenos açudes. Recife. SUDENE-PRN, 126 p. (Brasil, SUDENE, Hidrologia, 29) « Convênio SUDENE/ORSTOM ».

MOLLE, F. 1991. Caractéristiques et potentialités des « Açudes » du Nordeste brésilien, thèse de doctorat USTL, Montpellier, 381 p.

MOLLE, F. ; CADIER, E. 1992. Manual do pequeno açude. SUDENE, Coopération française, ORSTOM, il. 521 p.

Ce manuel réunit des propositions méthodologiques détaillées permettant de construire, entretenir et mettre en valeur le petits et moyens « açudes ». Une méthode hydrologique inédite, élaborée à partir de données régionales, établit des normes précises pour le dimensionnement des réservoirs. Trois principaux axes de mise en valeur sont abordés : les cultures de décrue, la pisciculture et l'irrigation, ce dernier aspect étant particulièrement développé, afin d'aborder de façon globale divers thèmes comme celui, par exemple, de la salinisation.

DOHERTY, F.R. ; CADIER, E. ; FRASSINETTE, P.F.A. 1992. Modélisation hydrologique des petits bassins du Nordeste brésilien. SUDENE/ORSTOM. 200 p., (en cours de publication).

HYDROLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

HYDROLOGIE APPLIQUÉE À L'ÉTUDE ET À LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Localisation

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE),
Brasília, District fédéral

Chercheurs ORSTOM responsables du projet

Gilbert JACCON, (1981-1987) ; Gérard HIEZ (1987-1989) ;
Michel MOLINIER (1990-1992), tous hydrologues ORSTOM

Membres de l'équipe ORSTOM en présence permanente

Gilbert JACCON, (1981-1987) ; Gérard HIEZ (1983-1991) ;
Michel MOLINIER (1990-1992) ; Jean-Loup GUYOT
(arrivée en 1992), tous hydrologues ; Jacques CALLEDE (1983-1988
et retour en 1992), ingénieur de recherche ORSTOM ; en mission ,
G. GIRARD, (1982-1983) ; G. JACCON, après 1987 ;
J.-C. OLIVRY ; tous hydrologues

Responsable brésilien

Goki TSUZUKI, directeur de la DCRH,
puis Kazimierz J. CUDO, ingénieur DNAEE

Équipe brésilienne du projet

Kazimierz J. CUDO ; Luis RANCAN ; Francisco CEOTTO ; Marcos C. BARROS ;
U.M. FERNANDES ; Lécyr J. CLAUDINO ; Valdemar GUIMARÇES ;
Eurides de OLIVEIRA ;
Dionísio Fereira dos SANTOS

HISTORIQUE

Dès 1981, le **Département national de l'eau et de l'énergie électrique** (DNAEE) sollicitait la coopération de l'ORSTOM, en vue de transférer à son département technique, la **Division de contrôle de ressources hydriques** (DCRH), l'expérience française acquise dans

l'étude et la gestion des ressources en eau. Plusieurs équipes d'hydrologues de l'ORSTOM s'étaient en effet succédées dans le Nordeste entre 1961 et 1980, et les contacts avec le DNAEE avaient été fréquents à partir de la SUDENE.

L'engagement croissant du BRESIL dans le domaine des ressources hydriques, soit par son réseau de mesures, soit par ses études et ses projets d'aménagements, a, à l'époque, rendu indispensable l'établissement d'un système complet d'informations qu'il importait d'actualiser sans cesse et d'adapter, même sur des sujets jusqu'alors non considérés ou peu approfondis. Par ailleurs, l'administration rationnelle des ressources en eau dans des situations chaque jour plus compliquées et conflictuelles, exige également l'établissement et le contrôle de normes qui respectent les législations nationales et internationales.

Dans ce contexte, une convention avec l'ORSTOM pouvait apporter au DNAEE une contribution opportune et essentielle pour le perfectionnement des techniques de gestion et de contrôle des ressources en eau du Brésil.

Sur le plan de la gestion sous ses aspects institutionnels économiques, politiques et juridiques, pour lesquels le DNAEE souhaitait connaître plus en profondeur les dispositions du système français (Loi 1964, Agences financières de bassin...), et pour lesquels l'ORSTOM a peu vocation, la coopération a été abordée :

- par des missions au Brésil d'experts français d'autres organismes (mission TRUCHOT/-SIRONNEAU en octobre/novembre 1984, mission DUPOUYET en août 1985) ;
- par des voyages et stages d'ingénieurs du DNAEE en France (en particulier dans les Agences financières des bassins Adour-Garonne et Seine-Normandie) ;
- par l'organisation à BRASILIA, en mars 1983, d'un **séminaire international sur la Gestion des ressources en eau**, une journée entière ayant été réservée à la délégation française, présidée par Thierry CHAMBOLLE et Ivan CHERET, « père » de la loi française de 1964 ;
- et, enfin, plus récemment, par la décision prise en présence de l'attaché de coopération de l'ambassade de France, de monter un projet de simulation, en vraie grandeur, d'une agence de bassin ; l'expérience, en un premier temps, serait limitée au Val du Río Doce, dans l'Etat de Minas Geraís.

Il est en effet intéressant de savoir que le DNAEE souhaitait, au départ, beaucoup plus un spécialiste des problèmes économiques de l'eau qu'un hydrologue, chercheur de surcroît ! Car, tout comme la SUDENE, le DNAEE est une structure fédérale administrative compétente pour toutes les questions liées à l'hydrologie qualitative et quantitative, qui cherche à accomplir au mieux sa mission et qui n'a pas vocation pour la recherche, fût-elle appliquée.

ÉVOLUTION DU PROJET INITIAL AVEC LE TEMPS

Etant donné la vocation de l'ORSTOM pour la recherche fondamentale et appliquée et la spécialisation des chercheurs qui rejoindront Brasília (Gilbert JACCON, directeur de recherche, arrivé en juillet 1981 ; Gérard HIEZ, directeur de recherche, arrivé en avril 1983, et Jacques CALLEDE, ingénieur de recherche, arrivé en avril 1984 ; Georges GIRARD, directeur de recherche, en missions de 3 et 2 mois au Brésil, en 1982 et 1983), il est évident que le projet devait rapidement s'orienter vers des thèmes d'études plus spécialement hydrologiques.

Après le départ de G. JACCON en 1987, tout en gardant une partie de son orientation sur la recherche en hydrologie opérationnelle, ce programme a légèrement évolué avec le début, en 1990, du programme sur l'évaluation des termes du bilan hydrologique du bassin amazonien. De plus, à partir de 1992, l'aire géographique d'exécution de ce projet a été restreinte au seul bassin amazonien brésilien avec possibilité de coopération avec les sept autres pays intégrant le **Traité de Coopération Amazonien (TCA)**.

Le programme, qui a toujours évolué d'un commun accord entre l'ORSTOM et le DNAEE, avec l'appui logistique de cet organisme fédéral, a maintenant pour titre « **Recherche appliquée à la gestion des ressources en eau dans la région amazonienne** ». Cette réorientation se justifie par la priorité donnée au bassin amazonien en raison des conditions particulières et très souvent défavorables qui sont normalement rencontrées lors de la gestion et de l'exploitation de son réseau hydrométrique et l'amélioration de la qualité des données. Le DNAEE consacre, en effet, au réseau amazonien, 40 % des ressources financières totales destinées à l'exploitation du réseau hydrométrique national dont il a la charge.

Ces actions ont été accompagnées durant six années par G. JACCON, et coordonnées en étroite collaboration avec l'attaché de coopération de l'ambassade de France.

Il s'agissait, au départ, de trois opérations principales :

- développement des techniques d'acquisition de l'information hydrométéorologique (J. CALLEDE) ;
- optimisation des techniques opérationnelles (G. JACCON) ;
- développement de techniques de traitement de l'analyse de l'information hydrométéorologique (G. HIEZ)

Pour la réalisation des études et recherches proprement dites, appliquées aux problèmes de l'eau, l'équipe ORSTOM a travaillé avec la Division de contrôle des ressources en eau (DCRH) du DNAEE qui a ensuite pris le nom de Coordination technique des ressources en eau (CTRH) puis de Coordination générale des ressources en eau (CGRH).

Au fil des années, ce programme s'est développé et modifié en fonction des besoins et des demandes de nos partenaires et des intérêts scientifiques de l'ORSTOM :

1983

Amplification du programme avec l'adjonction d'un projet sur l'implantation et la gestion d'un réseau de télétransmission ARGOS en Amazonie.

1984-1987

Installation de 23 balises de retransmission de données hydrologiques en Amazonie ainsi que d'une station de réception SRDA au siège du DNAEE grâce à l'appui financier du MAE français et formation du personnel.

1987

Remise officielle du réseau ARGOS Amazonie au DNAEE.

1990

Adjonction au programme du projet sur le bilan hydrologique de l'Amazonie. Le projet se subdivise alors en 4 sous-projets :

- bilan hydrologique de l'Amazonie (M. MOLINIER) ;
- application de la méthode du vecteur régional, MVR (G. HIEZ) ;
- estimation de l'évapotranspiration réelle (G. HIEZ) ;
- formation et recherche en hydrologie opérationnelle (G. JACCON, en mission et en France).

1992

Restriction de l'aire géographique d'exécution du programme à l'Amazonie et reprise du projet sur la télétransmission de données hydrométéorologiques par satellite.

1993

Début du programme sur les transports de matières solides et dissoutes en Amazonie.

PRINCIPALES ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES ET RÉSULTATS OBTENUS

OPÉRATION DÉVELOPPEMENT DE TECHNIQUES D'ACQUISITION DE L'INFORMATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUE (J. CALLEDE)

Un peu d'histoire sur la transmission des données par satellite

De par ses dimensions et ses difficultés d'accès, le bassin amazonien pose de sérieux problèmes pour l'acquisition des données hydrométriques, en particulier en temps réel. Les hydrologues de l'ORSTOM se sont toujours intéressés à la collecte automatique, en temps réel, de l'information hydrométéorologique. A l'origine, les liaisons téléphoniques, puis les liaisons radioélectriques classiques ont été utilisées avec plus ou moins de réussite. Ce n'est qu'avec l'apparition des satellites de collecte de données (GPES, METEOSAT, TIROS, etc.) que cette collecte en temps réel a pu devenir opérationnelle.

Quelques années seulement ont été nécessaires pour définir une technologie appropriée à ce type de mesure. Dès 1980, se sentant capable d'adapter cette nouvelle technique sur des réseaux existants, l'ORSTOM réalisait, en Afrique noire, des opérations comme HYDRONIGER ou OMS/Onchocercose, toutes couronnées de succès.

En 1979, J. CALLEDE publie dans les Cahiers ORSTOM, série Hydrologie, un article intitulé « **Transmission par satellite des données hydrométriques ; expérience de l'ORSTOM au Sénégal et esquisse d'une technologie** » faisant le point sur les travaux menés par l'auteur pour rendre cette technique simple, fiable et opérationnelle. G. JACCON voit aussitôt l'intérêt de cette toute nouvelle technique (elle n'avait pas 4 années d'âge aux USA, pays où elle avait vu le jour) pour résoudre les problèmes de collecte de données sur le bassin amazonien et convainc le Dr Benedito Eduardo BARBOSA PEREIRA, alors directeur de la DCRH/DNAEE. Il est alors convenu d'adjoindre au projet ORSTOM/CNPq un volet « télétransmission » qui consisterait à une évaluation en vraie grandeur des possibilités offertes par la télétransmission par satellite au Brésil.

Il est tout de suite apparu que le système ARGOS français, en raison de sa simplicité de mise en route (absence d'horloge dans les émetteurs) et du nombre suffisant de collectes/jour, était le mieux adapté au bassin amazonien.

Missions d'évaluation des possibilités de la télétransmission au Brésil

Cette évaluation n'a pu être réalisée que grâce à la compréhension des constructeurs, du service ARGOS (qui a prêté le matériel) et des services météorologiques français et brésiliens (qui ont assuré le retour des messages via le GTS, système de télécommunication mondial pour les messages météorologiques).

Une première mission a eu lieu en avril-mai 1982, où J. CALLEDE a tout d'abord complété, à partir d'un matériel de télétransmission astucieusement bricolé, une station hydrométrique équipée d'un limnigraphe : celle de Resende, sur le Paraíba do Sul. Les paramètres mesurés ont été le niveau d'eau de la rivière et la pluie tombée sur la station. La mission s'est poursuivie sur le Rio Madeira, en vu de tester aussi les possibilités de liaison radioélectrique classique en HF-BLU.

Une seconde mission de J. CALLEDE a eu lieu en octobre 1982. Elle avait pour but d'installer, à Brasília, pendant quelques semaines, une station de réception directe des messages du satellite. Non prévu à l'origine, un second émetteur au sol (appelé communément « balise ») était installé à Boa Vista, au nord de Manaus. Cet émetteur qui avait un clavier incorporé, sur lequel l'opérateur indiquait la hauteur d'eau de la rivière (rio Branco) a parfaitement fonctionné. La télétransmission de données par le système ARGOS paraît donc être la solution idéale pour des grands bassins comme celui de l'Amazonie, à condition de disposer d'une station de réception directe.

Ce résultat est tellement probant que les services brésiliens intéressés adressent, en 1983, une requête auprès du gouvernement français, sollicitant, dans le cadre de la coopération technique bilatérale franco-brésilienne, la fourniture du matériel français nécessaire pour équiper 23 stations sur le bassin amazonien et pour l'installation d'une station de réception directe à Brasília.

La période 1984-1988 : installation et exploitation opérationnelle du réseau de télétransmission amazonien

Ayant donné une suite favorable à la requête brésilienne, le ministère des Relations extérieures français confiait à l'ORSTOM, dans le cadre de la Convention ORSTOM/CNPq, le soin de veiller, en coopération avec la DCRH, à l'installation du réseau de télétransmission amazonien, de commencer son exploitation et de former les techniciens brésiliens. J. CALLEDE arrive en avril 1984, commence à réceptionner le matériel venu de FRANCE, puis à réaliser les études et travaux nécessaires pour modifier les stations existantes en vue de la télétransmission. Une première station fonctionne dès juin 1984. La mise en route de la station de réception est plus laborieuse. Après création et test de logiciels spécifiques elle est opérationnelle en mai 1985. Au 1^{er} janvier 1986, 20 stations hydrométriques, équipées pour la télétransmission par satellite, fonctionnent.

Le 13 novembre 1987, une cérémonie réunit le ministre des Mines et de l'Energie du Brésil, l'ambassadeur de FRANCE et le directeur général de l'ORSTOM. A cette occasion, le réseau de télétransmission amazonien est remis officiellement au Brésil.

J. CALLEDE rejoint son poste à Montpellier en mai 1988.

Résultats de la collecte de données par satellite sur le bassin amazonien durant la période 1984-1988

La collecte des données est opérationnelle à partir de mai 1985. Les messages reçus sont automatiquement transcodés en valeurs représentant exactement la grandeur physique mesurée (hauteur d'eau de la rivière, pluie cumulée). Ces valeurs sont ensuite validées sur la console du micro-ordinateur par un opérateur-hydrologue (qui a reçu la formation nécessaire pour corriger d'éventuelles erreurs de transmission). Une fois par mois, la hauteur d'eau de la rivière est automatiquement transcrite, avec le même format, dans le fichier du système hydro-météorologique de la DCRH/DNAEE.

Difficultés rencontrées dans l'exploitation du réseau

Bon nombre de difficultés sont apparues lors de l'exploitation opérationnelle du réseau. Statistiquement, la valeur moyenne du nombre de jours de fonctionnement est de seulement 81,3 %, ce qui représente un arrêt de transmission de 68 jours par an, **et qui est beaucoup trop.**

De quel ordre sont ces difficultés ?

- Ce sont tout d'abord des difficultés concernant les stations hydrométriques : le **défaut systématique de fonctionnement de l'interface** et le renvoi en France de ses interfaces conduit J. CALLEDE à étudier un nouvel interface, à le réaliser et à l'essayer avec succès sur le terrain ;
- **ce sont également des défauts de fonctionnement de l'émetteur.** 5 émetteurs ont dû être renvoyés en FRANCE pour remise en état pour manque de puissance à l'émission ;
- **erreurs de manipulations** lors du changement des piles (inversion de polarité) ou lors de la confection des blocs de piles ;
- **piles usées, non remplacées.** Ce problème est **purement administratif**, mais il a été matériellement impossible, depuis 1985, de se rendre physiquement sur 3 stations situées le long de la frontière BRESIL-COLOMBIE. Le problème sera résolu à l'avenir par la mise en place de panneaux solaires ;
- enfin **détérioration, volontaire ou naturelle**, sur les stations (2 cas en 2 ans, sur 20 stations).

Ce sont également des difficultés rencontrées à la station de réception directe et la panne, soit de l'imprimante, soit des unités de disquettes entraîne un arrêt total de la station, **sans aucune possibilité de détecter où est la panne.** Ceci a occasionné un arrêt dans la réception, de mars à octobre 1987, jusqu'à ce que l'INPE de Natal découvre et répare cette panne.

Etat du réseau au 1^{er} janvier 1993. Son extension future

Mais des difficultés, d'ordre plus administratives que techniques, ont fait que le fonctionnement du réseau s'est progressivement dégradé. Un sursaut dans la remise en état du réseau, en 1991-1992, fait que 13 stations seulement fonctionnent au 1^{er} janvier 1993. La station de réception pose également des problèmes de fonctionnement et son remplacement devient urgent.

Malgré ces avatars, les hydrologues du DNAEE ont pris conscience des avantages que leur apporte la télétransmission par satellite et souhaitent même l'étendre à tous les grands bassins fluviaux brésiliens.

Aussi les partenaires du DNAEE ont-ils demandé officiellement à l'ORSTOM, en mars 1991, le retour en affectation de J. CALLEDE. Celui-ci arrive à Brasília en septembre 1992 pour entreprendre une reprise et une extension du réseau.

OPÉRATION OPTIMISATION DES TECHNIQUES OPÉRATIONNELLES (G. JACCON)

Confronté, dès 1983, à la qualité inégale des données hydrométriques collectées sur l'ensemble du réseau du DNAEE, lors de l'application d'un modèle de simulation, G. JACCON a porté tout son intérêt aux données de base (hauteurs limnimétriques et débits) et surtout aux méthodes de gestion du réseau.

Son action s'est orientée vers trois pôles :

- visites sur le terrain et séminaires de sensibilisation ;
- conception et publication de fiches techniques et de manuels ;
- organisation de cours techniques :

■ **Cours d'hydrométrie pour technicien et (ou) ingénieur**

Ce cours a lieu à São Carlos, Etat de São Paulo. D'une durée de trois semaines et de type intensif, il couvre tous les aspects pratiques et théoriques de l'hydrométrie. Il a accueilli, entre 1983 et 1987, 312 élèves en 8 sessions.

■ **Cours de mesure du débit des grands fleuves :**

Réalisé sur le RIO SOLIMÕES, principal formateur de l'AMAZONE, ce cours de 10 jours, a déjà reçu 96 élèves en 4 sessions. Ce cours devait déboucher sur la création d'un « **Cours international de mesure du débit des grands fleuves** », mais sa réalisation, conditionnée par l'acquisition d'un bateau spécialement conçu et aménagé pour ce type d'activité a été plusieurs fois ajournée.

■ **Cours sur la définition du tarage d'une station hydrométrique**

Préparé par un séminaire de sensibilisation et cours-test interne au DNAEE en avril 1987, il recueillera, en novembre de la même année, 60 inscriptions en provenance de tout le Brésil.

OPÉRATION DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE DE SIMULATION DU COMPORTEMENT HYDROLOGIQUE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES (J. JACCON et G. GIRARD)

Baptisé **SIMMQUE** par les partenaires brésiliens, ce modèle sophistiqué, dont l'élaboration est due à G. GIRARD, est un modèle déterministe de transformation des pluies en débits, particulièrement bien adapté aux problèmes de la gestion des ressources en eau dans les bassins hydrographiques déjà aménagés (barrages, dérivations, etc.), ou en voie de l'être.

Son implantation au DNAEE a mobilisé l'essentiel de l'activité de G. JACCON pendant la période 1982-1983 ; son application au bassin du PARAIBA DO SUL et les derniers réglages ont été conduits avec succès par G. GIRARD lui-même.

Ce transfert d'une technologie délicate a été réalisé en 12 mois, et constitue sans doute un exemple rare de réussite, tant sur le plan technique qu'en matière de coopération.

Le projet d'extension de l'application du modèle SIMMQUE à d'autres bassins du Brésil est, malheureusement, en sommeil actuellement.

OPÉRATION DÉVELOPPEMENT DE TECHNIQUES DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DE L'INFORMATION HYDROMÉTÉOROLOGIQUE (G. HIEZ)

La définition des normes hydropluviométriques du territoire national brésilien ainsi que l'établissement de cartes d'isolignes représentatives des variations régionales (dont la dernière version remonte à 1942), exigeaient la maîtrise d'un outil de traitement de l'information qui puisse s'adapter aux grandes dimensions du Brésil, faire face à un imposant parc d'environ

13 000 stations d'observations hydroclimatologiques et, enfin, absorber l'énorme volume de la banque de données de la DCRH.

La **méthode du vecteur régional**, conçue par G. HIEZ à la fin des années 70, et installée au DNAEE dès 1983, a permis de relever le défi. Utilisant un modèle mathématique de maximum de vraisemblance (information la plus probable) d'une série de données provenant d'un réseau de stations d'observation groupées en région, elle offre les deux types de produits recherchés :

- l'analyse critique ponctuelle des données ;
- la synthèse de l'information régionale.

La méthode a été appliquée à l'ensemble du territoire brésilien dont, pour un échantillonnage objectif, l'espace a été divisé par un réseau de régions isomorphes (maille hexagonale), et a déjà permis :

- d'établir des cartes de densité de stations d'observation et de l'information régionale archivée ;
- de réaliser les études de consistance des données pluviométriques des bassins du Río Paraíba do Sul, du Río Doce, de la région centre-ouest, et de la partie brésilienne du bassin amazonien ;
- et pour chacune de ces régions :
 - de définir le tracé des isohyètes mensuelles et annuelles et de caractériser les régimes ;
 - de fournir aux 8 districts du DNAEE les éléments pour les études de consistance de la totalité du Brésil ;
 - de réaliser une étude d'approche des variations temporelles et spatiales des précipitations selon les directions nord/sud, sur une bande littorale de 800 km, et est/ouest, sur la partie médiane du Brésil.

Enfin l'application, plus récente, de la méthode du vecteur régional aux lames d'eau écoulées permet d'aborder le deuxième principal terme du **bilan hydrologique** (les trois termes sont la pluviométrie, l'écoulement, et l'évapotranspiration) dont les instances brésiliennes projettent l'élaboration au niveau régional, puis national.

Dans cette même optique ont été amorcées les études en vue d'homogénéiser la méthodologie d'évaluation de l'évapotranspiration potentielle à niveau global, afin de fournir les éléments de comparaison du troisième terme du bilan hydrologique, l'évapotranspiration réelle.

La totalité de ces actions a exigé la mobilisation de moyens informatiques importants, aussi bien équipements collectifs qu'en équipements personnels.

OPÉRATION BILAN HYDROLOGIQUE DE L'AMAZONIE (M. MOLINIER)

Historique du bilan hydrologique de l'Amazonie

À l'origine, il s'agit d'une initiative de l'UNESCO qui lance, en 1979, le projet « Bilan hydrologique de l'Amérique du Sud ». En 1982, est publié le guide de ce bilan. En 1987, à lieu, à La Paz, le premier « Atelier International sur le bilan hydrologique de l'Amérique du

Sud », séminaire auquel participent plusieurs chercheurs de l'ORSTOM basés en Bolivie et au Brésil.

En raison de l'importance tant économique que stratégique et médiatique, les huit pays du traité de coopération du pacte amazonien (Brésil, Bolivie, Pérou, Colombie, Equateur, Guyana, Surinam et Venezuela) acceptent, à Manaus en août 1988, une proposition brésilienne de bilan hydrologique du bassin amazonien. Cette proposition est suivie, sur le plan international par une mission PNUD/OMM/UNESCO effectuée en mars 1990 en Bolivie et au Brésil.

En 1988, l'ORSTOM et le DNAEE s'accordent pour lancer, au sein du projet en cours ORSTOM/CNPq « Recherches appliquées à la gestion des ressources en eau » un sous-projet « **Évaluation des termes du bilan hydrologique de l'Amazonie** » qui est rédigé par G. HIEZ. L'évaluation des trois principaux termes du bilan (pluviométrie, écoulement, évapotranspiration) par des méthodes classiques et des méthodes plus modernes faisant appel, en particulier à la télétransmission est prévue. Les méthodes doivent être testées sur un bassin témoin amazonien, le bassin du Haut Purus.

Ce programme a effectivement démarré début 1990 avec l'arrivée de M. MOLINIER à Brasília. Dès avril 1990, à la suite des mesures économiques draconiennes prises par le nouveau gouvernement concernant la gestion des fonctionnaires publics, l'équipe brésilienne du projet est fortement réduite : deux personnes à mi-temps jusqu'à la fin 1990 puis une seule ensuite. A partir de mars 1991, l'équipe est reconstituée.

Les objectifs initiaux du bilan hydrologique de l'Amazonie

Les objectifs prévoient de réaliser une évaluation quantitative spatiale et temporelle des ressources en eau du bassin amazonien ; d'approfondir les connaissances sur les principales composantes qui interviennent dans le cycle hydrologique ; de régionaliser les termes du bilan hydrologique.

La méthodologie est simplifiée : l'évapotranspiration n'est plus estimée directement à partir des techniques de télédétection, mais à partir de formules empiriques et comparées du déficit hydrologique (Hauteur de pluie moins lame écoulée).

Les principaux partenaires

Aux partenaires brésiliens du DNAEE s'ajoutent ceux du INMET (Institut national de météorologie) avec lequel le DNAEE a signé une convention et ceux de la SUDAM (Surintendance de développement de l'Amazonie, basée à Belém, Pará). Côté français, il faut noter une participation du Programme international ECOFIT.

Autres activités du chercheur français

Une grande partie du temps de M. MOLINIER est, avant fin 1992, consacrée à des projets spécifiques du DNAEE dont l'une des missions est de contrôler et évaluer tous les projets, petits ou grands, qui concernent les ressources en eau sur tout le territoire fédéral. Il s'agit plus particulièrement des projets d'étude de barrages hydroélectriques et/ou d'irrigation, le diagnostic des ressources en eau aux frontières du pays et les litiges entre états, municipalités, etc. sur l'utilisation des eaux superficielles.

Principaux résultats obtenus

Malgré les difficultés dues aux déficiences temporaires des partenaires (personnel et financement), ce projet s'est développé à peu près normalement. Une méthodologie a été élaborée

pour évaluer les termes du bilan hydrologique de cette région. Cette méthodologie, qui fait largement appel aux ressources de la micro-informatique, a été testée de manière satisfaisante sur le bassin du rio Purus et appliquée ensuite au bassin du rio Madeira, principal affluent sur la rive droite de l'Amazone. Les principaux résultats ont fait l'objet de communications à des congrès et symposiums.

LE PROGRAMME ORSTOM - DNAEE EN AMAZONIE EN 1992

Le programme réalisé en coopération entre les deux organismes se restreint, à partir de 1992, au bassin amazonien et comprend alors les trois sous-projets suivants :

- **le bilan hydrologique du bassin Amazonie ;**
- **les transports de matières solides et dissoutes dans le bassin de l'Amazone ;**
- **la télétransmission de données hydrométéorologiques par satellite.**

Le bilan hydrologique du bassin amazonien, traité précédemment, dans lequel est impliqué M. MOLINIER, est en cours depuis 1990 et devrait être achevé en 1993 ou 1994 suivant les moyens financiers et humains mis à sa disposition.

Le sous-projet « les transports de matières solides et dissoutes dans le bassin de l'Amazone », dans lequel travaillera à temps complet J.-L. GUYOT, ne débutera vraiment qu'en 1993. Il est une des composantes du programme PEGI (Programme d'étude de l'environnement de la géosphère continentale). Il a pour objectifs principaux :

- l'élaboration du bilan global précis des exportations, en direction de l'Atlantique, des matières dissoutes et particulières transportées par l'Amazone ;
- la détermination des fluctuations saisonnières et interannuelles de ces transports et leur composition en fonction des oscillations hydroclimatiques ;
- la recherche d'une relation entre les régimes d'exportation des matières, le processus biogéodynamique et les régimes hydrologiques.

Le sous-projet « Télétransmission de données hydrométéorologiques par satellite » a effectivement commencé en octobre 1992 avec l'affectation de J. CALLEDE au DNAEE. Il s'agit de la continuation du programme réalisé en coopération avec le DNAEE de 1983 et 1987, lorsqu'a été mis en place le réseau amazonien de télétransmission de données hydrométriques. Il est en effet indispensable pour la bonne marche des deux autres sous-projets et, tout particulièrement, le second sur l'étude du flux de matières solides et dissoutes transportées par l'Amazone et ses affluents, de disposer d'un réseau de mesure des hauteurs d'eau et autres paramètres de la qualité des eaux fiables et performant sur l'ensemble du bassin amazonien, y compris dans les régions les plus éloignées et d'accès difficile.

En plus de son insertion dans le programme PEGI piloté conjointement par l'ORSTOM et l'INSU (Institut des sciences de l'Univers), ce programme **sur les ressources en eau en Amazonie** constitue une contribution non négligeable de l'ORSTOM au grand programme « Global Change » du PIGB (Programme international géosphère - biosphère) et s'intègre également parfaitement aux objectifs du Programme pilote de la conservation de la forêt amazonienne coordonné par la Banque mondiale tel qu'il a été défini par les pays membres du G7.

PARTENARIAT ET FORMATION DU PERSONNEL

Au-delà de ces importants transferts de technologie qui ont comporté, outre le modèle de simulation, l'implantation de nombreux logiciels de traitement et d'analyse des données, une attention toute spéciale a été consacrée à l'aspect **formation**. Cette formation a comporté **la réalisation de cours, l'organisation de stages et de voyages d'information en France** (558 journées en tout), **mais, surtout, par l'intégration complète des chercheurs de l'ORSTOM aux équipes d'homologues du DNAEE**, travaillant souvent dans la même salle, chacun contribuant pour sa part à l'activité du groupe, favorisant ainsi une véritable formation continue, avec échange des expériences réciproques.

Certains des partenaires ingénieurs, envoyés en stage ou en voyage d'information, ont même été accompagnés pas à pas par l'un des chercheurs français.

LES ACTIONS DE FORMATION DÉVELOPPÉES PAR G. JACCON

Les cours techniques de G. JACCON

Il convient de citer tout d'abord **les cours techniques dispensés par G. JACCON** et déjà mentionnés, dont on trouvera ci-dessous la liste. Ces cours techniques, ont été entièrement programmés et coordonnés par le chercheur français, avec l'aide d'un ingénieur du DNAEE/-DCRH, Kazimierz Josef CUDO. Ces cours sont caractérisés par un rythme de travail intensif (8 à 12 heures par jour, y compris les samedis) et un pourcentage d'enseignement théorique toujours inférieur à 25 %, le reste étant partagé entre des travaux pratiques sur le terrain ou en salle.

Il s'agit :

- **du cours d'hydrométrie** de SÆo Carlos, cours de 3 semaines pour hydrométristes et ingénieurs débutants. Le programme couvre tous les aspects de l'hydrométrie, avec priorité à la mesure et au calcul des débits. Nombre d'élèves 312 dont 18 % d'ingénieurs débutants. Un cours spécial a été organisé en septembre 1983 pour 22 ingénieurs « chevronnés » du DNAEE. Le nombre d'organismes brésiliens ayant envoyé au moins UN élève : 28 (certains organismes comme le CESP - Compagnie d'électricité de l'Etat de SÆo Paulo ont abandonné le recyclage de leurs hydrométristes pour le confier à l'équipe DNAEE/ORSTOM). A noter que deux Uruguayens sont venus suivre le dernier cours en septembre 1987 ;
- **du cours sur le jaugeage des grands fleuves**. Cours de 10 jours organisé à Manaus (2 jours de cours théoriques, de manipulation d'instruments et de calcul sur ordinateurs de poche) et à Manacapuru, station sur le rio Solimões où sont réalisées 3 mesures de débits par 3 méthodes différentes. Nombre de cours organisés : 4 (un par an depuis 1984). Nombre d'élèves : 96 - tous ingénieurs expérimentés ou professeurs d'université ou chefs de services hydrologiques. A noter que chaque année le nombre de candidats à ce cours dépasse largement la capacité du bateau-école, ceci malgré une taxe d'inscription de l'ordre de 3 000 FF; nécessaire pour couvrir intégralement les frais de location des bateaux. Le projet d'ouvrir ce cours aux étrangers, d'abord sud-américains puis du monde entier, est actuellement paralysé par l'achat d'un vrai bateau de jaugeage. Deux appels d'offres ont déjà été lancés. Sans succès en raison de l'inflation ;

- **du cours sur la définition du tarage d'une station hydrométrique.** Ce cours, depuis longtemps demandé par nos partenaires, a été organisé pour la première fois en 1986, au bénéfice exclusif du personnel du DNAEE (du siège de Brasília et des huit districts régionaux). Dès la diffusion du programme, en 1987, le Responsable du secteur de formation du DNAEE reçut plus de soixante demandes d'inscription pour le cours.

Les séminaires

- Lors d'un séminaire sur les techniques de l'hydrologie opérationnelle, qui s'est tenu à Goiânia du 26 au 28 août 1987 sous l'égide de l'ABRH - Association brésilienne d'Hydrologie - et qui a réuni plus de 120 hydrologues, deux conférences ont été données par G. JACCON, l'une sur la mesure des débits liquides et l'autre sur la relation hauteur-débit. Le point fondamental de ce séminaire a été dans les recommandations finales adoptées à l'unanimité, y compris des représentants du DNAEE et des gestionnaires du réseau fédéral. Il y est dit, par exemple, que des jaugeages complets devront être faits périodiquement : il s'agit là d'une évolution sensible quand on sait que durant 15 ans, la méthode des 2 points par verticale (beaucoup plus rapide...) a été la seule utilisée pour les stations du réseau fédéral.
- Participation aux séminaires de l'Association brésilienne d'hydrologie (ABRH) : FORTALEZA - novembre 1981 (3 communications) ; SALVADOR - novembre 1987 (2 communications).

LES ACTIONS DE FORMATION DÉVELOPPÉES PAR J. CALLEDE

Les homologues brésiliens de J. CALLEDE ont été successivement MM. Paulo Roberto Martins GARCIA et Lécyr J. CLAUDINO.

Il est nécessaire de souligner, ici, l'excellente collaboration avec INPE (Institut national de recherches spatiales) et plus particulièrement avec le laboratoire de recherches en électronique de Natal. Ce laboratoire, qui a construit un prototype de station de réception directe, a assuré la réception des messages des stations hydrologiques amazoniennes durant la panne de la station de Brasília et les a transmis à la DCRH soit par courrier soit par télex.

Sans personnel compétent, tout réseau de mesure est voué à l'échec. La télétransmission en temps réel ne va pas supprimer l'entretien de la station : il faut donc savoir le faire.

Un volet **formation** s'avérait indispensable, pour ne pas retomber dans le cas du Projet PNUD/OPE du rio Tocantins où, dix mois après la mise à disposition du réseau de télétransmission aux autorités brésiliennes, la quasi-totalité des stations ne fonctionnaient plus, faute de savoir les entretenir.

Cette formation s'est effectuée **sur le tas**, au fur et à mesure du développement du réseau.

Trois étapes de maintenance ont été définies :

- 1) maintenance de 1^{er} degré : **échange standard** du boîtier, du codeur ou du capteur défaillant, sur le terrain ;
- 2) maintenance de 2^e degré : au laboratoire de la DCRH, dépannage éventuel de l'ensemble défaillant ;
- 3) maintenance de 3^e degré : retour de tout ou partie de l'ensemble défaillant chez le constructeur.

lui à la DCRH, les techniciens des gestionnaires du réseau brésilien (généralement appartenant à la CPRM) lors de missions à Goiânia, Belém et Manaus.

La maintenance de 2^e degré a été enseignée aux ingénieurs et techniciens de la DCRH, à Brasília, qui s'occupent du réseau de télétransmission, en s'efforçant de leur donner les moyens techniques et la compétence pour résoudre, au BRESIL même, la quasi-totalité des défaillances électroniques.

Il convient de souligner ici combien ce projet a permis, en matière de télétransmission par satellite, de renforcer une très efficace collaboration entre la DCRH, l'ORSTOM et l'INPE, ce qui est prometteur pour l'avenir.

LES ACTIONS DE FORMATION DÉVELOPPÉES PAR L'ENSEMBLE DES CHERCHEURS FRANÇAIS

La présence des chercheurs français au DNAEE les contraint à des activités en tant que consultants et à une participation aux autres projets spécifiques de l'organisme hôte. Ces activités sont assez éloignées de la recherche, mais elles permettent de rendre service et de garder de très bonnes relations avec les partenaires directs et aussi de permettre un transfert des connaissances acquises au cours de toute la carrière dans d'autres régions et pays tropicaux.

CONCLUSION RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Le projet ORSTOM/DNAEE est important pour la coopération entre la France et le Brésil. Le problème délicat de la transmission des données de sites peu accessibles disséminés dans l'immense région amazonienne a été résolu avec succès par l'implantation d'un réseau expérimental de télétransmission par satellite constitué de vingt stations équipées de balises ARGOS et d'une station réceptrice centrale installée à Brasília.

Les équipements d'une valeur de 1 MF, fournis par le gouvernement français, ont été mis en place par le DNAEE, en coopération avec l'ORSTOM, ce dernier assurant la formation du personnel et la mise au point de routines d'exploitation et d'entretien. L'opération a été parfaitement menée puisqu'en 1987, au moment de la remise du réseau aux partenaires du DNAEE, l'ambassadeur de France au Brésil, écrivait : « la réussite du transfert de technologie, la preuve de l'efficacité des équipements et la parfaite intégration des deux équipes, rendent exemplaire ce projet de coopération scientifique et technique entre le Brésil et la France. »

En raison des bons résultats techniques et économiques, une extension du réseau est en cours actuellement et le chercheur français responsable de sa première implantation a été rappelé au Brésil.

L'amélioration et le développement de ce réseau, l'un des plus modernes au monde, permet de conclure que les efforts de l'ORSTOM (et l'investissement financier du gouvernement français) n'ont pas été improductifs et que l'ORSTOM, dans cette technologie de pointe, n'a rien à envier aux autres pays qui l'utilisent avec plus ou moins de bonheur. La possibilité de béné-

ficier d'un nouvel appui financier du MAE les prochaines années devrait permettre de renforcer la cohérence et l'efficacité du dispositif français de coopération au Brésil.

Les trois sous-projets développés actuellement concernent, en outre, des thèmes qui sont aussi ceux de la coopération technique française bilatérale et, notamment, celui sur les ressources hydriques. Ils renforcent la contribution de l'ORSTOM au grand programme « Global Change » du PIGB (Programme international géosphère - biosphère) et sont en concordance avec les objectifs du Programme pilote de la conservation de la forêt amazonienne financé par les pays du G7 et la CEE.

Les efforts constants des chercheurs français du projet pour la formation du personnel et le temps consacré aux actions de formation dans chacune des opérations réalisées sont exemplaires et doivent être mentionnés.

Pour conclure, il convient de replacer le cadre et l'objet du projet. Le Brésil a une dimension géographique continentale : sa superficie de 8 500 000 km² représente la moitié de celle de l'Amérique du Sud. Il est non seulement traversé par l'AMAZONE, le plus grand fleuve du monde, qui draine plus d'un quart de toute l'eau courante du monde, mais trois autres de ses principaux fleuves sont internationaux ; deux de ses bassins intérieurs, entièrement nationaux, ont une superficie de respectivement 1,4 et 1,2 fois celle de la France entière.

Les ressources hydriques ont, au BRÉSIL, des caractéristiques aussi variées que contrastées : sévères étiages dans le Nordeste ou inondations catastrophiques dans le Sud ou... l'inverse. Hyper-développement industriel ici, sous-développement là, démographie galopante là où précisément la ressource en eau pose des problèmes, autant de situations conflictuelles sans cesse renouvelées.

La mission de l'ORSTOM auprès du DNAEE a permis d'apporter, **au niveau national, une contribution efficace et plus scientifique au renouveau et au renforcement des moyens de l'hydrologue brésilien** : pour l'acquisition des données ; pour l'amélioration de la qualité des mesures ; pour le traitement et l'analyse de l'information.

A la demande de nos partenaires, cet effort, déjà entrepris, doit être poursuivi et porter en particulier sur l'obtention de données de qualité concernant non seulement le bilan hydrologique, mais aussi le transport des matières solides et dissoutes dans le bassin amazonien ; sur l'analyse des données courantes et instantanées ; sur la formation du personnel et sur l'amélioration de la technologie.

Des retombées scientifiques importantes sont à espérer de ce programme, principalement pour une meilleure connaissance des climats de l'hémisphère sud.

On peut aussi penser **que l'énorme capital de données existant au Brésil, souvent peu exploité, présente un intérêt qui dépasse ses frontières** et concerne la communauté scientifique internationale, au même titre que l'architecture coloniale de Olinda ou de Ouro Preto pour le monde culturel.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Publications scientifiques

CALLEDE, J. ; CLAUDINO, L.J. ; FONSECA, V. 1986. Transmission par satellite des hauteurs d'eau de l'Amazone et de ses affluents. *Hydrologie continentale*, vol. 1, (2) : 95-110, 7 fig., 15 p.
L'article décrit par le détail les travaux d'installation et les résultats obtenus.

- JACCON, G. 1987. Jaugeage de l'Amazonie à Obidos par les méthodes du bateau mobile et des grands fleuves. *Hydrologie continentale*, 2(2) : 117-126.
- HIEZ, G. ; COCHONNEAU, G. ; SECHET, P. ; FERNANDES, U.M. 1992. Application de la méthode du vecteur régional à l'analyse de la pluviométrie annuelle du bassin amazonien. *Veille Climatique Satellitaire*, 43 : 39-52.

Communications à congrès et symposium

- CLAUDINO, L.J. 1983. Aquisição de dados em tempo real, 275-298. In 5^o Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, ABRH, Blumenau, novembro de 1983.
- GIRARD, G. ; CEOTTO, F. ; LUCHETTI, S. ; JACCON, G. 1983. Modelo SIMMGE - Vol. I : Conceituação. Vol. II : Aplicação à bacia do rio Paraíba do Sul. Conv. DNANEE/CNPq/ORSTOM. BRASÍLIA. Jun 1983.
- HIEZ, G. ; RANCAN, L. 1983. Aplicação do método de vetor regional no Brasil. V Simposio ABRH, Blumenau, nov.1983, *Anais*, v. {3} : 205-227.
- CALLEDE, J. ; HIEZ, G. ; JACCON, G. 1985. Recherches hydrologiques en Amazonie brésilienne. Conv. DNAEE/CNPq/ORSTOM. Sémin. 2, « Connaissance du milieu amazonien » Journées de l'ORSTOM, Paris, sept. 1985.
Cette note présente les résultats déjà obtenus par le projet ORSTOM/DNAEE dans cette région, ainsi qu'une analyse rapide de deux séries de données pluviométriques et hydrométriques.
- JACCON, G. ; GUIMARÇES, V. 1985. Pesquisas hidrologicas no Rio Solimões DNAEE/-DCRH. VI Simposio ABRH, São Paulo, nov. 1985, *Anais*.
- HIEZ, G. 1985. Le vecteur régional et les fluctuations climatiques. In : Séminaire « Climat et Développement », Journées de l'ORSTOM. Paris, sept. 1985.
- CALLEDE, J. ; CLAUDINO, L.J. 1987. Coopération franco-brésilienne en Amazonie : transmission par satellite des hauteurs d'eau de l'Amazonie et de ses affluents, 7 p. In Colloque sur la télémessure et la transmission des données hydrologiques, OMM, Toulouse, mars 1987.
- FRITSCH, J.M. 1987. Les études hydrologiques de l'ORSTOM sur le milieu naturel amazonien, 13-19. In Connaissance du milieu amazonien, Paris, sept. 1985. Coll. Colloques & Séminaires, Orstom.
- JACCON, G. ; CUDO, K.J. 1987. Calibragem de posto fluviométrico : roteiro, cuidados e recomendações, 279-288. In 7^{mo} Simpósio de recursos hídricos, ABRH, Salvador, novembro de 1987.
- JACCON, G. ; CUDO, K.J. 1987. Medições de descarga líquida dos rios Solimões e Amazonas pelo método do barco em movimento, 358-368. In 7^{mo} Simpósio de recursos hídricos, ABRH, Salvador, novembro de 1987.
- HIEZ, G. ; RANCAN, L. 1988. Bilan hydrique de l'Amazonie. 1^o Simp. Recursos em água et Meio Ambiente. Belém, março 1988.
- HIEZ, G. ; COCHONNEAU, G. ; SECHET, P. ; FERNANDES, U.M. 1991. Aplicação do método do Vetor Regional à análise da pluviometria anual da bacia amazônica, 367-377. In 9^o Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Rio de Janeiro, 10-14 nov. 1991.
- MOLINIER, M. ; MAIA, A.C. de S. ; SANTOS, D.F. dos. 1991. Balanço hídrico da bacia amazônica. Metodologia e primeiros resultados. 6^o Simp. Luso-bras. de Hidrol. e Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, 10-14 nov. 1991.

Ce travail présente la méthodologie développée et les premiers résultats obtenus dans les bassins hydrographiques des rios Purus et Madeira dont l'aire de drainage représente près de 30 % de la surface du bassin de l'Amazonie.

- MOLINIER, M. ; GUYOT, J.-L. ; CALLEDE, J. ; OLIVEIRA, E. de ; GUIMARÇES, V. ; CUDO, K.J. ; AQUINO, M. de. 1993. Hidrologia de la cuenca amazónica brasileira : HIBAM. Primeros resultados sobre la cuenca del Río Madeira, 155-164. In Seminario sobre el PHICAB, M.A. Roche, J. Bourges, E. Salas & C. Diaz (eds.), La Paz, nov. 1992.
- MOLINIER, M. 1992. Régionalisation des débits du bassin amazonien. In VIII^e Journées hydrologiques, ORSTOM, Montpellier.
- MOLINIER, M. ; CUDO, K.J. ; GUIMARÇES, V.S. 1992. Disponibilidade de água na bacia amazônica. In 2^{do} Simpósio Internacional de Estudos Ambientais em Florestas Tropicais Umidas, Forest'92. Rio de Janeiro.

Manuels et rapports techniques

- JACCON, G. 1982. Método do gradiente limnimétrico. Teoria e aplicação a postos da bacia amazônica. Convênio DNAEE/CNPq/ORSTOM, 15 pages, 8 fig., novembre 1982.
Manuel descriptif de la méthode du gradient limnimétrique utilisé pour la divulgation de la méthode.
- CALLEDE, J. 1982. Utilisation de la télétransmission par satellite pour le réseau hydrométrique brésilien. Rapport final. ORSTOM, Paris, 42 p., 16 fig., 8 ph.
Ce rapport décrit les travaux d'évaluation de la télétransmission via le système ARGOS et conclus par des recommandations pour l'utilisation d'un tel système en Amazonie.
- GIRARD, G. ; CEOTTO, F. ; LUCHETTI, S. ; JACCON, G. 1983. Modelo SIMMGE - Vol. I : Conceituação. Vol. II : Aplicação à bacia do rio Paraíba do Sul. Conv. DNANEE/CNPq/ORSTOM. BRASILIA. Jun. 1983.
- HIEZ, G. ; RANCAN, L. ; COSTA BARROS, M. 1984. Sistemática para análise de consistência e homogeneização de dados pluviométricos. Publ. DNAEE, Brasília, 67 p.
- JACCON, G. 1984. Medição de descarga líquida em grandes rios : fichas técnicas. 8 fichas techniques + 5 fiches de programmes pour HP, mai 1984.
Manuel technique de base du cours de Manaus/Manacapuru. Imprimé par le DNAEE à 50 exemplaires (en couleurs)
- CALLEDE, J. ; CLAUDINO, I.J. 1985. Estação de recepção ARGOS. Manual de operação. Publ. DNAEE, Brasília, 11 p.
- COSTA BARROS, M. ; PRACIANO GARCIA, L.M. ; HIEZ, G. ; RANCAN, L. ; de OLIVEIRA, E. 1985. Bacia do Rio Amazonas. *Boletim Pluviométrico*, P-1.01. DNAEE, Brasília, 116 p.
- JACCON, G. ; OLIVEIRA, E. de ; MOREIRA, F.M. ; OLIVEIRA, J.H. de ; AQUINO, M. de ; ROMA, W.N.L. 1985. Cartilha do observador de pluviometria. Publ. DNAEE, Brasília, 10 p.
- HIEZ, G. ; GUIMARÇES, V.S. ; RANCAN, L. ; COSTA BARROS, M. ; PEDROLLO, O. ; PONTES, P.R. 1986. O Vetor Regional e as flutuações climáticas. *Informativo Técnico*, n° 7. DNAEE, Brasília, 16 p.
- HIEZ, G. ; RANCAN, L. ; COSTA BARROS, M. ; TELLES, C. ; VIEIRA, A.V. 1986. Método do Vetor Regional. Transferência da metodologia do método aos distritos do DNAEE. Publ. DNAEE, Brasília, 60 p.



Brasília, la Tour de la télévision, un dimanche
(Cliché Duda BENTES, Brasília, DF, 1988)

JACCON, G. 1986. Programas para cálculos hidrométricos. Convênio DNAEE/CNPq/ORSTOM. Décembre 1986.

Livre de 136 pages, imprimé à 600 exemplaires comprenant 10 programmes de calcul de topographie et d'hydrométrie pour calculateurs HP et TI et ordinateurs de poche. Ce livre a été très largement diffusé gratuitement par le DNAEE et constitue l'un des manuels de base pour la mesure des débits.

CALLEDE, J. 1986. Le traitement informatique des données reçues par les stations de réception directe du système ARGOS. Son application au bassin de l'Amazonie. ORSTOM, Brasília, 32 p., 9 ann.

Ce rapport décrit par le détail l'ensemble des programmes (format des fichiers entrée-sortie, enchaînement logique de opérations) utilisés pour aboutir à un fichier de hauteurs d'eau compatible avec le fichier déjà existant au DCRH/DNAEE.

JACCON, G. 1987. Manuel d'hydrométrie - Tome V. Tracé de la courbe de tarage et calcul des débits. ORSTOM, Collection IDT 225 pages et figures + 10 exemples en annexe.

Imprimé en 1 000 exemplaires par l'ORSTOM en septembre 1987.

JACCON, G. ; CUDO, K.J. ; CEOTTO, F. 1988. Curso sobre técnicas de medição de descarga líquida em grandes rios, Manaus, Agosto de 1988. MME/DNAEE, Manaus, 90 p.

JACCON, G. ; OLIVEIRA, E. de ; MOREIRA, F.M. ; OLIVEIRA, J.H. de ; AQUINO, M. de ; ROMA, W.N.L. 1989. Cartilha do observador de fluviometria. Publ. DNAEE, Brasília, 12 p.

JACCON, G. ; CUDO, K.J. 1989. Curva-chave. Análise e traçado. MME/DNAEE/CNPq/ORSTOM, 273 p., Brasília, jun. 1989.

Traduction et adaptation des trois premiers chapitres du précédent manuel, document de base pour le cours sur la courbe de tarage. Ce manuel, actuellement en révision, devrait être imprimé en 1988 par le DNAEE avec le concours de l'ABRH (Association brésilienne d'hydrologie).

CALLEDE, J. 1988. Rede de transmissão via satélite na Amazônia. Relatório relativo às operações de colocação e de exploração. (Convênio ORSTOM/CNPq) de 1984 a 1988. ORSTOM-DCRH, Brasília, 15 p.

Ce rapport fait le point sur le travail de l'auteur et sur les difficultés rencontrées.

MOULINIER, M. 1990. Balanço Hídrico da Bacia do Alto Purus. Metodologia e Resultados. Publ. DNAEE, Brasília, 10 p.

1991-1992. Convênio CNPq - ORSTOM / DNAEE. 4 p.

Rapports de campagnes de jaugeages

JACCON, G. Curso sobre técnicas de medição de descarga líquida em grandes rios - Rapports techniques.

Juin 1984

64 pages, dont 15 figures ;

Mai 1985

86 pages, dont 16 figures + annexes ;

Août 1986

88 pages, dont 13 figures + 2 annexes ;

Juin 1987

91 pages, dont 17 figures.

JACCON, G. 1986. Estudo da curva chave do poste de Manacapuru no Rio Solimões Dez. 1986, 45 pages, dont 19 figures.

JACCON, G. 1987. Medição de descarga líquida no rio Amazonas em Obidos - Relatório técnico, julho 1987, 51 pages, dont 8 figures et 2 photographies.

Divers

DNAEE-ORSTOM. 1987. Coopération franco-brésilienne en Amazonie. Installation d'un réseau de télétransmission par satellite des hauteurs d'eau de l'Amazonie et de ses affluents. MME, DNAEE (Brésil) - Ambassade de France, ORSTOM (France), 10 p., 16 fig.

Cette plaquette a été éditée à l'occasion de la transmission officielle, au gouvernement brésilien, du réseau amazonien.

DNAEE-ORSTOM. 1992. Mapa das Disponibilidades Hídricas do Brasil.

HYDROLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq

ÉTUDE DES DISPONIBILITÉS EN EAU POUR LES PROJETS D'AMÉNAGEMENTS HYDROAGRIQUES ET LE DRAINAGE URBAIN

Localisation

Département de génie civil du Centre de technologie
de l'université fédérale du Pernambuco (UFPE) et Superintendance
de développement du Nord-Est (SUDENE), Recife, (PE)

Chercheur ORSTOM

Michel MOLINIER, hydrologue

Partenaire responsable

Manoel Sylvio C. CAMPELLO NETTO, directeur du Secteur de l'irrigation
au Département des ressources naturelles de la SUDENE et professeur à l'UFPE.

Durée

décembre 1983 à fin 1989

HISTORIQUE

A l'origine du projet, un partenaire de l'ORSTOM de la première heure

Alors que le chercheur français, qui était affecté à un projet pluridisciplinaire avec le CPATSA de l'EMBRAPA à Petrolina, voyait son travail sérieusement compromis par la difficulté d'accès à la banque de données hydrométéorologiques de la SUDENE, établie en collaboration avec l'ORSTOM dès 1974, le Pr M. Sylvio C. CAMPELLO, partenaire de l'ORSTOM à la SUDENE dès 1961, et qui avait soutenu sa thèse d'hydrologie en France, recherchait pour sa part un hydrologue de l'ORSTOM pour monter un projet dans le Nord-Est. L'accord fut rapidement acquis. Le projet, d'une grande utilité pour la gestion de l'eau dans cette région semi-aride est monté avec la collaboration de Eric CADIER, hydrologue de l'ORSTOM. Présenté, il est accepté par le CNPq. M. MOLINIER rejoint Recife en décembre 1983 et y restera jusqu'en janvier 1990 moment à partir duquel il sera, pour des raisons tant scientifiques que familiales, affecté à Brasília.

OBJECTIFS

Le projet a pour but de définir des méthodologies de recherches hydrologiques adaptées aux conditions particulières du Nordeste et orientées vers l'évaluation et la conservation des ressources en eau disponible pour la petite irrigation. Trois objectifs interdépendants, et qui ne diffèrent que par l'échelle de la superficie étudiée, peuvent être distingués :

- améliorer la gestion et l'utilisation des ressources en eau au niveau régional à l'aide de la banque de données hydrométéorologiques de la SUDENE (grands bassins versants) ;
- évaluer le potentiel hydrique des petits bassins versants grâce aux résultats obtenus sur des bassins déjà opérationnels ou sur des bassins installés dans le cadre d'autres projets (petits bassins versants) ;
- mesurer, analyser et modéliser les mécanismes contrôlant la dynamique et les bilans hydriques à différentes échelles et sous diverses couvertures végétales afin de permettre la transposition régionale des résultats (microbassins et parcelles).

Comme corollaires à ces objectifs, les actions suivantes sont prévues :

- développer un noyau de recherche en ressources en eau à l'UFPe en liaison avec les autres universités du Nordeste ;
- fournir un appui technique aux Secrétariats des ressources en eau des États du Nordeste ;
- fournir des directives pour une politique de gestion des ressources hydriques au niveau de l'État.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie initiale prévoyait l'homogénéisation des données de la banque de la SUDENE. Par suite des difficultés survenues pour accomplir ce travail la méthodologie a été modifiée et a été adaptée aux différentes échelles de superficie étudiées :

■ **grands et moyens bassins :**

- calage de modèles pluie-débit grâce à la banque de données hydrométéorologiques de la SUDENE ;
- régionalisation de paramètres physiques, climatiques et hydrologiques.

■ **petits bassins versants :**

- gestion et exploitation de bassins versants représentatifs et expérimentaux ;
- classification et extrapolation régionale des résultats obtenus.

■ **microbassins et parcelles :**

- étude de la dynamique et de la circulation de l'eau dans le sol à diverses échelles emboîtées (1 m², 100 m² et 1 ha) sous pluies naturelles et sous pluies simulées ;
- analyse et modélisation des phénomènes ;
- essai de définition de quelques règles de transfert des résultats d'une échelle de superficie à des échelles plus importantes ;
- tentative de transfert vers d'autres régions.

MOYENS MIS EN JEU

Tant sur le plan financier que matériel et humain les moyens nécessaires font intervenir différents organismes : CNPq, SUDENE, universités du Nordeste du côté brésilien ; ORSTOM, université de Grenoble et CNRS du côté français. A la SUDENE, M. MOLINIER travaille en collaboration avec E. CADIER. Une ATP (Action thématique programmée) du CNRS, menée durant trois ans dans le Sertão de la Paraíba, a permis, grâce à un apport financier substantiel, la réalisation d'un important travail de recherche auquel ont collaboré non seulement des chercheurs de l'ORSTOM présents au Brésil (P. AUDRY, J.-C. LEPRUN, G. FOTIUS) mais aussi des chercheurs brésiliens, en particulier des étudiants de l'UFPb et des pédologues du SNLCS de l'EMBRAPA.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Plusieurs résultats importants ont été obtenus qui vont dans le sens d'une meilleure évaluation et gestion des ressources en eau du Nordeste et en particulier de sa partie semi-aride.

La méthodologie imposait, dès le départ, l'homogénéisation des données hydropluviométriques. Une homogénéisation des données pluviométriques des 2 200 postes de la région a été effectuée à niveau annuel à l'aide de la méthode du vecteur régional mise au point par G. HIEZ, hydrologue de l'ORSTOM. Elle a permis de tracer la carte des courbes isohyètes du Nordeste pour la période 1912-1983.

La mise au point de deux modèles pluie-débit testés sur 26 stations hydrométriques a donné des résultats prometteurs qui constituent un premier pas vers une régionalisation des paramètres hydrologiques. En raison de nombreuses lacunes et erreurs contenues dans les fichiers de données hydrométriques, l'extension de la méthodologie de la modélisation systématique fut arrêtée et une équipe de techniciens de la SUDENE chargée de vérifier systématiquement les données de la banque aux données originales se mit au travail. Après six mois de labeur cette équipe fut licenciée pour raison budgétaire alors que seulement 10 % du travail avait été accomplis.

Les résultats de l'ATP CNRS, dont les travaux se sont déroulés durant trois ans sur le bassin expérimental de Sumé (État de la Paraíba) déjà étudié par la SUDENE, l'ORSTOM et l'université fédérale de la Paraíba (voir le dossier hydrologie et pédologie ORSTOM/SUDENE détaillé), sont importants :

- **concernant le fonctionnement de l'écosystème « caatinga »**, le rôle prépondérant de deux facteurs dans le déterminisme de la circulation des solutions été mis en évidence. Il s'agit du couvert végétal qui règle l'infiltration superficielle et de l'organisation de la couverture pédologique qui règle les circulations internes. Le mode d'intervention de ces deux facteurs et leur interaction sont représentés sous la forme d'un schéma dans le rapport final de l'ATP (voir la bibliographie). La végétation naturelle réduit considérablement le ruissellement et ce, d'autant plus que le sol est plus sec. Lorsque les sols deviennent humides, cette influence diminue. La première étape de ce travail a été l'élaboration d'un ensemble de deux modèles, basés sur la loi de Darcy, et calés sur deux types de sols représentatifs de la région, modèles qui quantifient les flux et les intègrent dans l'espace ;

- **concernant le facteur d'échelle** qui affecte le ruissellement (celui-ci diminue quand les superficies où il est mesuré augmentent) les différentes mesures ont permis de le chiffrer. L'explication du phénomène est à relier à la structure plissée-faillée du substrat rocheux diversifié qui détermine, aux différentes échelles, la distribution et les proportions relatives de sols qui ont des comportements hydrologiques différents ;
- **concernant les conséquences pratiques** pour l'exploitation du milieu, le problème majeur, compte tenu du climat, étant de stocker dans le sol toute l'eau de pluie qui tombe, il convient de favoriser la plantation d'espèces dont les racines descendent jusqu'à la base des sols où persiste une certaine quantité d'eau et d'augmenter l'infiltration par des pratiques appropriées telles que les billons cloisonnés isohypes. En application des résultats obtenus sur la géochimie des eaux (de pluie, de ruissellement, de drainage) sur sol nu et sous végétation, des recommandations concernant les cultures irriguées sont données.

PARTENARIAT ET FORMATION

Thèses encadrées :

- **Jean-Christophe DESCONNETS** : « Connaissances et organisation des sols d'un bassin versant représentatif du Nordeste brésilien pour la compréhension des comportements hydriques ». Mémoire de maîtrise de géographie physique présentée à l'université des lettres d'Avignon (France) en juin 1989.
- **Carlos Galvão de OLIVEIRA** : « Modélisation de l'écoulement et de l'érosion sur petits bassins versants ». Thèse de Mestrado soutenue à l'UFPP de Campina Grande en 1990.
- **Jaqueline Pequeno Brasil MONTENEGRO** : « Modélisation de l'infiltration d'une parcelle expérimentale présentant une croûte superficielle ». Thèse de Mestrado soutenue à l'UFPP de João Pessoa en 1990.

Cours dispensés :

- participation au cours de « Spécialisation des Ingénieurs en ressources en eau » au Centre de technologie du Département de génie civil de l'UFPP.
- formation d'étudiants dans le domaine de la modélisation mathématique des événements pluie-débit.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Travaillant simultanément à l'UFPP et à la SUDENE, utilisant et valorisant les données de la banque hydrométéorologique de cette dernière, orientant et alimentant en données de terrain les étudiants et chercheurs du CCT de l'UFPP de Campina Grande, coordonnant les recherches pluridisciplinaires de l'ATP CNRS, M. MOLINIER a, avec discrétion, **contribué de manière efficace à la coopération** importante apportée par les hydrologues de l'ORSTOM

aux divers organismes de recherche travaillant dans le Nordeste brésilien. Les difficultés qu'a connus la SUDENE n'a pas permis la réalisation complète des objectifs. **La formation des élèves dans un domaine prioritaire** pour la région a été, sans aucun doute, **un point fort de cette coopération.**

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- MOLINIER, M., CADIER, E. 1984. Les sécheresses du Nordeste brésilien. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, vol. XXI, (4) : 23-49.
- MOLINIER, M. 1985. Um minissimulador de chuva ou infiltrômetro de asperção. VI Simp. Bras. Hidrologia e Recursos Hídricos. São Paulo, 11-14 nov. 1985, *Anais*, vol. III, pp. 405-418. *Après la présentation du simulateur de pluie développé par l'ORSTOM en Afrique et la comparaison des paramètres des pluies obtenus avec celles des pluies naturelles (taille et vitesse des gouttes, énergie cinétique) certains exemples de résultats obtenus et d'études possibles sont présentés.*
- MOLINIER, M. ; CADIER, E. ; GUSMAO, A. 1985. As secas do Nordeste. VI Simp. Bras. Hidrologia e Recursos Hídricos. São Paulo, 11-14 nov. 1985, *Anais*, vol. III, pp. 392-404.
- MOLINIER, M. ; GALVAO, C.O. ; GOMES, H.P. 1987. Determinação do escoamento de uma bacia hidrográfica através das técnicas de simulação de chuva. VII Simp. Bras. de Hidrologia e Recursos Hídricos. Salvador, 8-13 nov. 1987, *Anais*, vol. II, pp. 530-544. *Après avoir déterminé les relations pluie-écoulement-indice d'humidité sous pluies simulées sur micro-parcelle (1 m²), ce travail présente une méthodologie de transposition de cette relation à des surfaces plus grandes (100 m², 1 ha, 10 km²) avec la détermination de fonctions de production et de transfert qui permettent d'évaluer l'écoulement de bassins versants sans observation, mais ayant des caractéristiques physico-climatiques voisines.*
- MOLINIER, M. ; AUDRY, P. ; LEPRUN, J.-C. 1989. Modélisation de l'écoulement et de l'infiltration dans un sol brun du Nordeste semi-aride du Brésil. Séminaire MAPIMI, Inst. de Ecologia/ORSTOM, Gómez-Palácio, Mexique, 23-27 oct. 1989.
- MOLINIER, M. ; AUDRY, P. ; LEPRUN, J.-C. 1989. Modelagem do escoamento e da infiltração em um solo Bruno Não Calcário do Nordeste. VII Simp. Bras. de Hidrologia e Recursos Hídricos. Foz de Iguaçu, 26-30 nov. 1989. *Anais*, vol. I, pp. 432-442. *Ce travail tente d'établir un modèle de simulation verticale de l'infiltration à partir de l'étude détaillée des caractères des sols et de l'analyse de la dynamique interne de l'eau au moyen de mesures de profils neutroniques et de tensiomètres sous pluies naturelles et simulées. Les données collectées et les résultats obtenus permettent de mieux connaître l'influence du sol et de la végétation sur l'infiltration et, de là, sur le ruissellement. Un schéma de fonctionnement des sols bruns non calciques, qui représentent près de 15 % du Nordeste semi-aride, est présenté.*
- MOLINIER, M. ; CADIER, E. ; GUSMAO, A. 1989. Les sécheresses du nordeste brésilien. In : Les hommes face aux sécheresses. Nordeste brésilien, Sahel africain. Coll. « Travaux et Mémoires » de l'IHEAL, n° 42, sér. Thèses et Colloques, n° 1, IHEAL et EST-Samuel Tastet éd. Paris, pp. 85-92. *Le Nordeste brésilien, qui comprend actuellement 36 millions d'habitants, soit près du tiers de la population du pays, a toujours été éprouvé par les sécheresses. Mais ce n'est pas tant la faible quantité d'eau précipitée annuellement qui est la cause principale des sécheresses, mais plutôt l'irrégularité des précipitations au cours d'une même année. Dans la zone semi-aride, où la pluviométrie*

moyenne annuelle varie entre 400 et 800 mm, cette irrégularité se manifeste d'abord dans les totaux annuels dont les coefficients de variation sont de l'ordre de 0,35 à 0,40, mais surtout dans la distribution saisonnière des précipitations et leur répartition spatiale.

MOLINIER, M. ; LEPRUN, J.-C. ; AUDRY, P. 1990. Effet d'échelle observé sur le ruissellement dans le Nordeste brésilien. In : SEMINFOR 4, quatrième séminaire informatique de l'ORSTOM, « Le transfert d'échelle », Centre de Brest, 11 au 13-09-1990, Actes pp. 33-41. Ce travail aborde le problème de l'effet d'échelle de la superficie sur le ruissellement, phénomène qui a pu être mis en évidence et chiffré sur des surfaces allant du m^2 à l'hectare. Une explication liée à la structure du substrat rocheux et à la distribution des sols dans le paysage est proposée. De plus, la mise au point d'un modèle vertical de simulation de l'infiltration sur des microparcelles de $1 m^2$ pourra permettre de préciser les règles de transfert des résultats de cette superficie élémentaire à des superficies plus grandes prenant en compte le rôle de la distribution des sols et de la végétation sur les différents termes du bilan hydrique.

MOLINIER, M. ; AUDRY, P. DESCONNETS, J.-C., LEPRUN, J.-C. 1990. Projet : « Dynamique de l'eau et des matières dans un écosystème représentatif du Nordeste brésilien. Conditions d'extrapolation spatiale à l'échelle régionale ». ATP-PIREN : « Influence à l'échelle régionale des couvertures pédologiques et végétales sur les bilans hydriques et minéraux des sols », juin 1986-juin 1989. Rapport final, IMG, Grenoble, pp. 159-177. Ce rapport final, qui a été traduit en portugais, constitue le document remis à la Commission de l'ATP PIREN dans lequel sont consignés les résultats et les conclusions de trois années d'études menées par l'équipe à Sumé (PB).

HYDROLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq DIMENSIONNEMENT ET GESTION DE PETITS OUVRAGES HYDRAULIQUES AU SUD DU BRÉSIL PROJET POTIRIBU

Localisation

Institut de recherches hydrauliques (IPH)
Université fédérale du Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre, Rio Grande do Sul

Chercheur ORSTOM

Pierre CHEVALLIER

Coordinateur brésilien du projet

Marc BORDAS, professeur à l'IPH

Durée du projet

septembre 1989 / décembre 1993

HISTORIQUE

Origine

Au début des années 1980, l'Institut de recherches hydrauliques de l'université fédérale du Rio Grande do Sul à Porto Alegre a demandé à l'ORSTOM, par le biais de son représentant en Amérique latine, Pierre DUBREUIL, de fournir un conseil technique pour le suivi d'un ensemble de petits bassins versants hydrologiques situés sur les flancs du plateau basaltique sud-brésilien (bassins du Rio Forquetinho dans les environs de Lajeado à 120 km au nord-ouest de Porto Alegre). Cette collaboration s'est faite sous forme de missions d'hydrologues et d'un pédologue (Eric CADIER, Michel MOLINIER et Jean-Claude LEPRUN) à partir de Recife ou de Rio de Janeiro.

En 1985, Marc BORDAS, professeur, d'origine française, mais naturalisé brésilien, et ancien directeur de l'IPH, s'est vu proposé par l'ORSTOM un accueil sabbatique de plusieurs mois, au cours desquels il a pu prendre connaissance des techniques et des méthodes de l'ORSTOM appliquées aux petits bassins versants en France, Guyane, Tunisie et Côte-d'Ivoire.

Les années suivantes, des missions d'information d'autres professeurs de l'IPH en France (C. TUCCI, E. LANNA et V. HAERTEL) ont permis de renforcer ces liens.

A partir de 1987, l'idée d'un projet commun a germé et Pierre CHEVALIER, hydrologue de l'ORSTOM, a été chargé d'y participer avec l'équipe de l'IPH animée par M. BORDAS.

Conditions de démarrage et d'exécution

Le projet a démarré au cours du second semestre de 1989 avec la libération des crédits brésiliens nécessaires aux premières installations de terrain et avec l'affectation permanente de P. CHEVALIER à Porto Alegre. La totalité du fonctionnement du projet était prise en charge par des financements brésiliens ; l'ORSTOM offrait les services du chercheur français affecté sur le projet, les principaux éléments d'un simulateur de pluies et, à partir de la mi-91, l'usage d'un véhicule tout terrain Toyota mis à disposition par la représentation ORSTOM au Brésil.

Ces conditions se sont maintenues cahin-caha pendant toute la durée du projet. Les difficultés financières du Brésil ont fait que les objectifs du projet et leur mise en œuvre sur le terrain ont dû plusieurs fois être révisés, l'ORSTOM soutenant parfois le projet à bout de bras pour qu'il ne s'enlise pas définitivement. Mais dans l'ensemble, le bilan est positif au regard des conditions d'exécution matérielle et scientifique, le chercheur de l'ORSTOM affecté à Porto Alegre se trouvant cependant parfois très isolé.

Équipes impliquées

Pour l'ORSTOM

- P. CHEVALIER, hydrologue, affecté de septembre 1989 à décembre 1993.
- des consultants en mission de courte durée :
 - hydrologie : B. POUYAUD ;
 - géographie et hydrologie : V. AUZET (CNRS) ;
 - géologie et télédétection : J.C. PION ;
 - pédologie : R. BOULET, J. COLLINET, M. DOSSO (CNEARC), J.-C. LEPRUN, A. RUELLAN (CNEARC), C. VALENTIN ;
 - pédologie et télédétection : J. POUGET.

Pour l'IPH-UFRGS

- des enseignants-chercheurs des secteurs d'hydrologie, d'érosion-sédimentation, d'environnement-assainissement et de télédétection-météorologie ;
- des techniciens hydrométristes ;
- des étudiants de post-graduation (maîtrise et doctorat).

PRINCIPALES ACTIVITÉS

Objectifs

Le Projet Potiribu concerne le plateau basaltique du Sud du Brésil qui couvre une large part des États du Paraná, de Santa Catarina et du Rio Grande do Sul. La mise en valeur agricole, qui a réellement démarré dans les années 60, s'y est faite de façon anarchique et dévasta-

trice : déboisement non contrôlé, mécanisation agricole lourde, utilisation abusive d'engrais chimiques et de pesticides, quasi-monoculture du soja. Cette dynamique très rapide a conduit à une situation critique pour les ressources en eau :

- exacerbation des crues et des étiages ;
- accélération de l'érosion, augmentation des charges solides transportées en rivière et de la sédimentation dans les zones de dépôts (retenues artificielles en particulier) ;
- détérioration de la qualité des eaux.

Pour tenter de remédier, ou tout au moins d'enrayer cette évolution, le Projet Potiribu aborde les problèmes suivants en tentant, d'abord, de les comprendre et, ensuite, de proposer des débuts de solution :

- la conservation des eaux et des sols ;
- la réduction des déficits hydriques en période d'étiage ;
- la diminution des charges solides transportées en rivière ;
- la préservation et l'amélioration du fonctionnement des petits ouvrages hydrauliques (micro-centrales hydroélectriques, ponts, buses, réservoirs collinaires, stations de pompage, etc.).

Méthodes

La méthode de travail est directement inspirée de celle que l'ORSTOM a longtemps mise en œuvre (en Afrique en particulier) ; elle privilégie l'observation de terrain et la mesure systématique des paramètres caractéristiques du problème étudié. Pour cela un dispositif d'étude a été mis en place sur le bassin versant du Rio Potiribu, situé à 400 km au nord-ouest de Porto Alegre. Cette région avait été précédemment sélectionnée au travers d'une étude exhaustive réalisée par l'IPH utilisant des critères climatiques (précipitations), agronomiques (occupation du sol) et géographiques (sols et relief).

Les observations ont été menées sur un ensemble de six bassins versants emboîtés de superficie allant de 12 ha à 563 km². Outre les méthodes classiques d'observations hydrologiques (six stations hydrométriques, vingt postes pluviométriques ou pluviographiques gérés par le projet), diverses techniques et méthodes d'observation ont été mises en œuvre :

- échantillonnage en rivière pour analyse des charges solides et de la qualité chimique ;
- description et cartographie fine à diverses échelles d'espace et de temps des paramètres intervenant sur le fonctionnement hydrosédimentologique (états de surface, occupation du sol, structure pédologique ; réseau de drainage, etc.) ;
- étude de l'hydrodynamique superficielle de sols cultivés à l'aide de la simulation de pluies croisée avec des méthodes d'infiltrométrie classique (doubles anneaux) ;
- application de divers modèles spécifiques (hydrologie, sédimentologie, qualité des eaux, etc.)
- utilisation de la télédétection satellitaire et de systèmes d'information géographique.

Partenaires impliqués

Outre l'équipe franco-brésilienne, diverses autres institutions ont été impliquées dans le projet. Il s'agit en particulier de la Cotrijuí (Coopérative agricole très importante de la région d'Ijuí), de la municipalité de Pejuçara et de l'université d'Ijuí (fondation privée soutenue par les églises allemandes). Le financement a été principalement assuré par le CNPq, la FAPERGS (fondation de l'Etat du Rio Grande do Sul pour l'aide à la recherche), la FINEP (fonds fédéral de financement de la recherche), l'université fédérale du Rio Grande do Sul et l'ORSTOM.

ACTIVITÉS SECONDAIRES

Fourniture de logiciels

L'IPH-UFRGS a pu bénéficier de la fourniture de quelques-uns des outils informatiques développés par l'ORSTOM :

- **Hydrom et Pluviom**, logiciels de gestion de données hydrologiques et pluviométriques sur micro-ordinateurs ;
- **Planète**, logiciel de traitement d'images sur stations de travail Sun ;
- **Démiurge**, logiciel d'acquisition et de traitement de modèle numérique de terrain sur micro-ordinateurs ;
- **Dixlois**, logiciel de calcul statistique temporel destiné à l'hydrologie sur micro-ordinateurs.

Pour les deux premiers logiciels, une traduction portugaise des manuels de l'utilisateur a été réalisée et le chercheur de l'ORSTOM a, à plusieurs reprises, organisé des sessions de formation.

ENSEIGNEMENT FORMATION

Le chercheur de l'ORSTOM s'est vu attribué la fonction de professeur consultant de l'UFRGS. A ce titre, il a assuré chaque année un certain nombre d'heures d'enseignement de post-graduation, essentiellement dans le domaine de l'hydrométrie. Il a également été sollicité pour la rédaction d'un chapitre (celui consacré à l'hydrométrie) d'un traité collectif d'hydrologie en portugais, coordonné par le professeur C. TUCCI.

En sus des travaux directement liés au Projet Potiribu, P. CHEVALLIER a plusieurs fois participé à des jurys de dissertation de Mestrado, dans le cadre de l'IPH, mais aussi dans celui de l'École d'agronomie de l'UFRGS.

Ont été rassemblés ici les principaux travaux académiques liés à une notoire participation de l'ORSTOM dans le cadre de son intervention à Porto Alegre, mais pas uniquement sur le Projet Potiribu :

Doctorats

- **José TEIXEIRA FILHO** : professeur à l'UNICAMP (São Paulo), thèse sur les fonctionnements hydrologiques de petits bassins versants (université de Montpellier).
- **André L.L. da SILVEIRA** : professeur à l'IPH-UFRGS, thèse sur l'hydrologie urbaine de Porto Alegre (université de Montpellier)
- **Nilza M.R. CASTRO** : thèse sandwich IPH-UFRGS/Strasbourg sur la production de sédiments en milieu de grande culture.

Mestrados :

- **Joel A. GOLENFUM** : dissertation sur la modélisation de la production d'écoulement et de sédiments sur les bassins du Rio Forquethinho.
- **Nilza M.R. CASTRO** : dissertation sur la production de sédiments en milieu de grande culture.

- **Alfonso RISSO** (uruguayen) : dissertation sur la paramétrisation du modèle universel des pertes en sol (MUSLE) avec l'utilisation de la modélisation numérique de terrain et la télé-détection.
- **Mario MENDIONDO** (argentin) : dissertation sur la caractérisation des événements hydrologiques sur le bassin du Rio Potiribu.
- **Fernando GENZ** : dissertation sur l'utilisation de la simulation de pluie pour paramétrer des modèles d'écoulement en environnement urbain

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Des voies d'application prometteuses

Si à la fin de ce projet, ou du moins de sa phase de coopération avec l'ORSTOM (1), les résultats obtenus n'atteignent pas, et loin s'en faut, les objectifs fixés initialement, on note toutefois la publication de travaux variés, de bonne qualité scientifique et qui ouvrent des voies d'application prometteuses :

- la constitution d'une banque de données hydropluviométriques critiquée et d'un accès informatique facile sur un ensemble de bassins versants ;
- la mise au point d'une technique simple d'échantillonnage de débit en suspension en rivière et d'une analyse rapide des échantillons ;
- un certain nombre (malheureusement insuffisant) de mesures de transports solides effectuées lors de crues naturelles ;
- l'analyse statistique des précipitations de la région d'étude ;
- une cartographie détaillée de la topographie et des sols des bassins étudiés ;
- la mise au point de critères normalisés de description des états de surface et de la couverture végétale et des descriptions mensuelles d'un certain nombre de sites caractéristiques ;
- l'étude du fonctionnement hydrodynamique de sols cultivés à l'aide de six campagnes de simulation de pluies ;
- l'observation et l'interprétation d'un événement hydrologique exceptionnel en mai 1992 ;
- la mise au point d'un algorithme de calcul automatique des paramètres du modèle universel de perte en sol (MUSLE) en utilisant la modélisation numérique de terrain et la télé-détection ;

1) Le Projet Potiribu ne s'achèvera pas avec le départ de l'ORSTOM en décembre 1993. Le dispositif expérimental sera maintenu et divers enseignants-chercheurs de l'IPH continueront à intervenir, en particulier dans les domaines de l'hydrologie, l'érosion-sédimentation, l'hydrogéologie, l'irrigation-drainage, etc. Les collaborations avec les partenaires locaux seront maintenues. Le jeu de données acquises devrait servir dans le futur à plusieurs travaux de post-graduation.

- l'analyse statistique multivariée des principaux événements hydrologiques, devant conduire à une réflexion sur la modélisation pluie-débit la plus appropriée (inédit) ;
- une bonne idée des mécanismes de production de l'écoulement et des sédiments, ainsi que des chemins de l'eau dans ce milieu de grande culture sur les sols développés sur basaltes qui figurent parmi les plus riches du Brésil (inédit) ;
- une réflexion sur la prise en compte des différentes échelles d'espace dans la dynamique du cycle de l'eau sur le vaste plateau basaltique sud-brésilien (inédit).

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Une position stratégique

Le chercheur de l'ORSTOM à Porto Alegre est le seul qui ait été affecté dans le Sud du Brésil. A ce titre, l'Ambassade de France à Brasília lui a confié en 1992 un rôle de correspondant de la recherche franco-brésilienne dans le domaine de l'environnement pour les trois États du Paraná, de Santa Catarina et du Rio Grande do Sul. La présence étrangère est très réduite dans cette région d'immigration et de mise en valeur relativement récente (à partir du début du XX^e siècle). Economiquement et socialement, il s'agit de la zone la plus favorisée de cet immense pays ; mais les inégalités sont criantes et, pour beaucoup d'aspects, la façade riche de ces états du sud cache des problèmes extrêmement complexes de développement. A titre d'exemple, on mentionnera simplement que ce sont dans ces États du Sud que les soulèvements des paysans sans terre sont les plus violents depuis de nombreuses années, alors qu'en contrepartie ce sont dans ces mêmes États que l'on rencontre les plus gros producteurs rizières privés de la planète. Les deux faits ne sont évidemment pas indépendants.

Dans le domaine universitaire, qui est de bon niveau, la coopération française a été importante jusqu'à la période de la dictature militaire (1964-1985). La plupart des enseignants de l'IPH-UFRGS formés durant cette période sont diplômés d'institutions américaines. Un regain d'intérêt pour l'Europe est apparu depuis, et la quasi-totalité des formations doctorales réalisées depuis 1985 à l'étranger le sont en France, Grande-Bretagne, Belgique, Allemagne ou Hollande, avec une très nette préférence pour les deux premiers pays.

Il est évident que la présence française (2) à l'IPH-UFRGS est une ouverture importante vers la grande Europe qui fascine les universitaires brésiliens, d'autant plus que la situation économique locale est particulièrement difficile. Il fait partie du rôle du chercheur français de prendre des contacts avec les équipes de recherche françaises dans les domaines de la ressource en eau, de façon à répondre aux questions posées soit pour des contacts scientifiques, soit (et surtout) pour des candidatures à des formations doctorales en Europe.

2) Il faut également noter la présence à l'IPH d'un chercheur anglais de renommée internationale, Robin T. CLARKE, professeur visitant à l'UFRGS, qui entretient des relations permanentes avec l'*Institute of Hydrology* de Wallingford, principal organisme de recherche britannique dans le domaine des ressources hydriques.

Il faut enfin noter que Porto Alegre tient une position stratégique pour ce que l'on nomme le Cône Sud qui recouvre les pays du sud de l'Amérique du Sud (3). Par sa présence, le chercheur de l'ORSTOM a entretenu des contacts et fait connaître les institutions et les méthodes scientifiques françaises à un certain nombre de chercheurs ou d'étudiants peu touchés jusque-là : en particulier des Argentins et des Uruguayens.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

- CASTRO, N. ; VACAS Y SANCHEZ, A. ; CHEVALLIER, P. 1991. Um método manual simples para coletar e tratar amostras de sedimentos em suspensão em pequenos rios. Primeiro Encontro Nacional de Engenharia dos Sedimentos. Ouro Preto MG - Brasil (21/25 outubro de 1991).
- CHEVALLIER, P. ; CASTRO, N. 1991. As precipitações na região de Cruz-Alta e Ijuí (RS - Brasil). IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro (novembro 1991), vol. III, 183-192.
- SEMMELMANN, F. ; CHEVALLIER, P. ; ALCANTARA, W. DE ; SILVEIRA, A.L. DA. 1991. Determinação da energia cinética de chuvas simuladas. IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro (novembro 1991), vol. I, 89-97.
- SILVEIRA, A. ; CHEVALLIER, P. 1991. Primeiros resultados sobre infiltração em solo cultivado usando simulação de chuvas (Bacia do Rio Potiribu - RS). IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro (novembro 1991), vol. I, 213-221.
- RISSO, A. ; CHEVALLIER, P. 1991. Uso de um modelo numerico de terreno para avaliar os parâmetros topográficos da MUSLE. IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro (novembro 1991), vol. I, 487-496.
- HOFMANN, H.L. ; CHEVALLIER, P. 1991. HYDROM, Sistema de Banco de Dados Hidrométricos : Manual do usuário. Traduction de « Cochonneau G. - 1989. Hydrom version 2 : manuel de l'utilisateur ». ORSTOM, Montpellier.
- CHEVALLIER, P. ; CASTRO, N. 1991. As precipitações na região de Cruz Alta e Ijuí. Rio Grande do Sul - Brasil. IPH-UFRGS, Recursos Hídricos, publ n° 24.
- HOFMANN, H.L. ; CHEVALLIER, P. 1992. Pluviom. Software de gestão de dados pluviográficos. Manual de uso. Traduction de Boyer J.F., Crespy A., Dieulin C., Raous P., Rouché N. - 1991. Pluviom. Logiciel de gestion de données pluviométriques. Manuel d'utilisation. ORSTOM, Montpellier.
- CASTRO, N.M. ; CHEVALLIER, P. ; SILVEIRA, A.L. 1993. Agriculture on the Brazilian basaltic plateau. Cultivation practices and soil conservation : First results of the Potiribu Project. In : Wicherek S. (ed.) « Farm Land Erosion in Temperate Plains Environment and Hills ». Elseviers, Amsterdam, pp. 403-414.
- CHEVALLIER, P. 1993. Projeto Potiribu. Dados básicos de fluviometria e pluviometria. 1989-1992. IPH-UFRGS, Recursos Hídricos, publ. n° 26.

3) Outre le Brésil : l'Argentine, le Chili, le Paraguay et l'Uruguay.

CHEVALLIER, P. 1993. Aquisição e processamento de dados hidrológicos. In Tucci C. (ed.), « Curso de Hidrologia ». IPH-UFRGS / ABRH, Porto Alegre, capítulo 13, 45 páginas.

CHEVALLIER, P. ; DHEIN, R.A. 1993. Les précipitations exceptionnelles des 26 et 27 mai 1992 dans la région d'Ijuí (Rio Grande do Sul - Brésil). *Sécheresse*, 4 : 159-64.

Comment un événement pluviométrique ponctuel peut-il perturber une région déjà humide? Pendant deux jours, des fortes pluies intermittentes mais organisées ont dévasté le territoire d'Ijuí. Leur impact hydrologique et économique est estimé à partir, notamment, de la répartition spatio-temporelle des cumuls et des intensités de ces précipitations, mais également au vu des préjudices écologiques locaux.

CASTRO, N.M.R. ; CHEVALLIER, P. 1993. Funcionamento hidrossedimentológico de uma terra roxa estruturada ao longo do ciclo cultural sob chuvas simuladas (Projeto Potiribu - RS). Xo Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Gramado (comm. à être présentée en novembre 1993).

CHEVALLIER, P. ; DHEIN, R.A. 1993. As precipitações excepcionais dos 26 e 27 de maio de 1992 na região de Ijuí - RS. *Revista Brasileira de Engenharia, Cadernos de Recursos Hídricos e Xo Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Gramado (comm. à être présentée en novembre 1993).

INFORMATIQUE

PROJET ORSTOM/EMBRAPA

SISSOLOS : ÉLABORATION D'UNE BANQUE DE DONNÉES PÉDOLOGIQUES BRÉSILIENNES

Localisation

Service national de cartographie et conservation de sols, SNLCS (Rio de Janeiro)

Chercheur ORSTOM responsable

Patrick SECHET, informaticien

Responsable brésilien

Abelardo de CASTRO, chef du SNLCS

Autres membres de l'équipe brésilienne

Dea S. ASSIS, géographe ; Suzana DRUCK et Neli do A. MENEGUELLI, statisticiennes ;

Ascendino R. de ARAUJO, informaticien de l'EMBRAPA

Durée

de 1981 à 1984

HISTORIQUE

Le projet de banque de données pédologiques, première collaboration de l'ORSTOM au SNLCS

Comme de nombreuses autres institutions, pour la plupart de caractère régional, le Service national de cartographie et de conservation des sols, SNLCS, rattaché depuis 1973 à l'Entreprise brésilienne de recherche agro-pastorale, EMBRAPA, du ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire, a été créé au début des années 1950, pour réaliser l'inventaire des sols du pays et étudier leurs caractéristiques morphologiques, physico-chimiques, minéralogiques ainsi que leur potentiel agronomique. Parmi les recherches menées, la cartographie des sols est un objectif privilégié et constitue un procédé traditionnel de collecte d'informations pédologiques.

La nécessité d'utiliser au mieux le volume croissant des données de sols accumulées au cours de ces inventaires a conduit le SNLCS, à entreprendre dès 1979, le développement d'un système d'information apte à en faciliter l'accès, en s'appuyant sur la collaboration des analystes du Département de méthodes quantitatives, DMQ, du siège de l'EMBRAPA. Parallèlement, une

convention générale ayant été signée en 1980 entre l'ORSTOM et l'EMBRAPA, ce projet se prêtait fort bien à une première coopération effective, de sorte qu'une mission effectuée en mars conjointement par R. MAIGNIEN, pédologue et P. SECHET informaticien de l'ORSTOM en mars 1980 permettait de jeter les bases de ce qui allait être le projet SISOLOS.

Pour ce programme à Rio de Janeiro, la coopération effective aura duré plus de quatre années, de février 1981 à avril 1984, et fait intervenir essentiellement un ingénieur informaticien côté ORSTOM (P. SECHET), un analyste de systèmes du DMQ (Ascendino R. ARAUJO), une statisticienne (Neli do A. MENEGUELLI) et une géographe (Déa S. ASSIS) du SNLCS, ce dernier organisme mettant par ailleurs à la disposition du projet toute son infrastructure de service pédologique. Une mention spéciale doit être faite pour plus d'une vingtaine de stagiaires qui se sont succédés, et qui sont responsables pour la majeure partie des données transcrites et stockées dans la base. Enfin, le centre serveur informatique de l'EMBRAPA à Brasília aura joué un rôle important dans cette réalisation, puisque ses ordinateurs successifs (IBM 370/145, 4341, 4381, sous VM/CMS) ont été utilisés comme hôtes de la base de données.

ACTIVITÉS PRINCIPALES

La méthodologie utilisée pour SISOLOS

Le système de stockage et d'extraction des données pédologiques a été développé pour faciliter l'accès aux informations accumulées lors des levés de sols réalisés par le SNLCS dans tout le pays, et dont les résultats sont consignés dans plus d'une centaine de publications, rapports et notices explicatives de cartes pédologiques. Tous ces documents contiennent des informations morphologiques, physiques, chimiques, minéralogiques, de classification et de répartition géographique des sols de la région d'étude, que l'on peut rassembler en trois groupes distincts : les *données générales*, globalement inhérentes à l'étude considérée, les *données ponctuelles* qui se réfèrent aux profils d'observation du sol et les *données zonales* afférentes aux cartes de sols et d'aptitude potentielle, ainsi qu'à leurs légendes.

SISOLOS prévoit des structures de stockage pour toutes ces catégories de données, celles de profils de sols constituant évidemment le plus gros contingent d'information disponible, puisque pour chaque point d'échantillonnage la description des conditions de l'environnement, les descriptions morphologiques des horizons et les résultats des analyses de laboratoire (physique, chimique et minéralogique) sont archivés. En revanche, le stockage des cartes de sols n'a pas pu être réalisé, faute des moyens informatiques spécialisés qu'il requiert, de sorte que les données zonales se limitent à la caractérisation des unités cartographiques, exception faite de leur distribution géographique. C'est d'ailleurs essentiellement le projet de stockage des cartes de sols, qui, en prolongement de SISOLOS, est à l'origine du projet ultérieur SISGEO (cf. dossier détaillé).

Pour saisir toute cette information, et en l'absence de micro-ordinateurs à l'époque, une phase de transcription sur bordereaux aptes à la saisie mécanographique a été nécessaire, et aura constitué une part importante du travail de l'équipe. Les routines de stockage qui ont été rédigées en langage COBOL font intervenir, en plus des fichiers caractéristiques de chaque type de donnée (profil, horizon, légende, etc.), un glossaire constitué par un ensemble de tables de codification, permettant de cadrer les descriptions aux nuances parfois subtiles faites par l'homme de terrain, dans le vocabulaire normalisé indispensable pour traiter sur ordinateur de grandes masses de données.

La restitution des informations

En ce qui concerne l'extraction des informations, deux sous-systèmes distincts ont été développés et offrent deux modes différents de restitution des informations :

- une récupération sous la forme d'état standard, dans les formats d'édition normalisée des profils auxquels les pédologues brésiliens sont généralement habitués. Avec ce module, les données peuvent donc être restituées sous une forme identique à la publication originale ;
- la possibilité de formuler n'importe quelle interrogation, pourvu qu'elle soit compatible avec les liaisons logiques existantes entre les données. Le progiciel statistique SAS (*Statistical Analysis System*) ayant été retenu comme langage d'interrogation de SISOLOS, il est aussi facile de programmer les opérations qui devront être appliquées sur les variables sélectionnées (émissions d'états, tracés de graphiques ou histogrammes, calculs et analyses statistiques, etc.), que d'extraire ces mêmes informations.

AUTRES ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES DANS LE CADRE DU PROJET

Du stockage des données à celui des cartes

On peut parfaitement considérer que le projet SISOLOS s'inscrit dans le cadre du programme de système d'informations géographiques (SIG) SISGEO : il a en effet beaucoup contribué à la création de ce dernier, tant il est vrai qu'une base de données de sols constitue le noyau d'un SIG, de la même façon qu'un pédologue est, de part sa formation initiale et la nature de ses observations, toujours un peu géographe ou écologiste. Ainsi, l'équipe de Rio de Janeiro s'est rapidement intéressée au stockage sur ordinateur des cartes de sols, ce qui nous a conduit à prendre de nombreux contacts, soit à l'occasion de missions effectuées en 1981 et 1982, respectivement en Equateur (projet PRONAREG) et à Nouméa (Atlas de Nouvelle-Calédonie), soit encore au cours de contacts organisés en France, avec les équipes pédologiques de l'INRA, de la SCET, de l'ORSTOM, etc. L'expérience de SISOLOS est ainsi à l'origine de quelques-unes des caractéristiques principales de SISGEO.

D'autre part, les compétences acquises dans la gestion des données hydrologiques à la SUDENE, puis des données pédologiques, conduisent tout naturellement à s'intéresser à des problèmes de données de qualité des eaux ou de conservation des sols, ce qui explique des interventions ultérieures dans ces deux domaines précis (mission à Dakar, en 1983 et communication au congrès de Londrina en 1990 exposée dans la bibliographie citée).

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Une base de données de pédologie tropicale sans précédent

La réalisation de ce travail a profité d'un contexte extrêmement favorable, dans la mesure où l'on a pu disposer en permanence de l'appui total des partenaires institutionnels, avec une équipe complète, cohérente et stable. On peut seulement regretter que le centre serveur (à Brasília) ait été distant du siège du projet (Rio de Janeiro) ce qui, en l'absence de ligne de télétransmission de données, constitue un grave handicap pour l'utilisation du système.

En termes de volume, la base de données SISOLOS qui compte plus de 200 000 enregistrements, correspondant à environ 13 000 profils de sols collectés sur la totalité du territoire

brésilien, **constitue une réussite exceptionnelle** parmi les opérations de ce type. Cette réussite renforce encore le regret de la communauté pédologique de l'ORSTOM et de ses partenaires francophones de ne pas disposer d'un outil semblable pour l'ensemble considérable constitué par les données produites en cinquante ans de prospection des sols tropicaux.

La saisie des données pédologiques, contrairement à l'hydrologie où beaucoup de données sont fournies par des appareils enregistreurs, se fait manuellement. Pour effectuer ce travail considérable plusieurs équipes de transcrip-teurs ont rempli des formulaires, travail lent et fastidieux, durant près de quatre ans. En regroupant les informations provenant de divers organismes du pays, mais décrites selon un même format, certaines d'entre elles non publiées, elle constitue une référence unique de l'information et de la diversité pédologique du Brésil. La fiabilité des informations qui y sont contenues ne dépend guère que de la qualité de l'étape de transcription, laquelle a parfois souffert du manque d'expérience et de connaissances pédologiques des stagiaires recrutés pour ce travail : il est néanmoins facile de détecter et d'éliminer les quelques erreurs, généralement grossières, ainsi engendrées.

La performance du système d'interrogation est également un point fort du système SISOLOS, qui utilise systématiquement un fichier réorganisé à partir de la base de données pour faciliter les extractions. Le choix d'un progiciel statistique comme langage d'interrogation, permet de formuler simplement les critères de sélection des données ainsi que les traitements à appliquer, qu'ils soient mathématiques, statistiques ou graphiques. L'accès au système est permis soit directement, via terminal local à Brasília ou par ligne du réseau commuté depuis toute autre ville du Brésil en régime de traitement par lots (dans cette hypothèse, l'expérience montre que la réponse est obtenue au bout de dix à trente minutes, selon la charge du centre serveur au moment de la demande), soit en utilisant les formulaires spécifiques pour la codification des interrogations.

La pérennité de la base de données est garantie par son opération sur site central, dans un centre serveur qui assure la maintenance du système en fonction de l'évolution du contexte opérationnel (*hardware* et *software*), le traitement automatique des interrogations et des procédures de mise à jour, la sécurité des fichiers, etc.

Des guides d'utilisation pratiques

La documentation d'utilisation du système est composée de deux publications, de grande diffusion, éditées par le SNLCS :

- le guide d'entrée (MENEGUELLI & SECHET, 1984) contient toutes les informations nécessaires au stockage de données nouvelles dans le système. Il est donc indispensable pour les équipes de transcription, mais aussi très utile pour l'utilisateur désireux de connaître les normes de stockage ;
- le manuel d'utilisation (MENEGUELLI *et al.*, 1983) fournit les informations essentielles pour l'exploitation de la base de données, et en particulier le dictionnaire de données pour les 500 variables, le glossaire complet avec les 80 tables de codification, les modèles de formulaires utilisés pour l'extraction ainsi que des exemples d'utilisation.

Enfin, la dissémination du système a fait l'objet d'une attention spéciale, notamment par le biais de la présentation du système et de ses résultats à des congrès et séminaires brésiliens de pédologie (MENEGUELLI *et al.*, 1981, 1983 ; ARAUJO *et al.*, 1985 ; SECHET *et al.*, 1985), d'informatique (ARAUJO et SECHET, 1983 ; SECHET & ARAUJO, 1984), de géographie ou écologie (ASSIS *et al.*, 1984 ; LEPRUN *et al.*, 1984 ; SANTOS et SECHET, 1984). Un article de synthèse en français (SECHET, 1985) reprend l'ensemble de la description du système et tire les conclusions de cette intéressante expérience.

PARTENARIAT ET FORMATION

Un encadrement et une formation constants

Lors du programme SISOLOS, un effort d'encadrement important a été nécessaire pour les propres besoins du programme, puisque plus d'une vingtaine de stagiaires ont reçu une formation superficielle (mais générale) de pédologie et bénéficié d'une expérience concrète de traitement et gestion informatisés de données dans le cadre de l'équipe de transcription. Initialement choisis parmi les étudiants en informatique, on s'est ensuite tourné vers des étudiants d'agronomie, plus intéressés par le fond que par la forme du travail.

SISOLOS a été développé par une équipe d'informaticiens respectueux des concepts et normes adoptés, de sorte que le système bénéficie d'un certain nombre d'avantages généralement réservés aux systèmes administratifs ou para-administratifs, susceptibles d'assurer sa pérennité et son utilisation au niveau national. Il présente ainsi deux caractéristiques essentielles : il utilise des ressources traditionnelles en informatique, sans que son efficacité s'en trouve diminuée et il respecte l'équilibre entre les facilités de stockage et celles d'extraction.

L'encadrement de l'ensemble de l'équipe sur le plan informatique a conduit à fournir une formation et une assistance constante, alors que le micro-ordinateur faisait son apparition à l'EMBRAPA (les premiers micro-ordinateurs nationaux, sous système d'exploitation CP/M avec 64 K de mémoire et disquettes de 8 pouces furent livrés à l'EMBRAPA fin 1981), pour l'utilisation de logiciel de traitement de texte, de communication « *micro-main frame* », etc. Toutefois, c'est dans l'optique du traitement infographique des cartes pédologiques qu'un stage important a été organisé en France pour un géographe du SNLCS (Déa S. ASSIS) et un informaticien du DMQ (José I. MIRANDA). Parallèlement, un stage d'analyse multivariée appliquée aux données pédologiques était également effectué à l'ORSTOM à Bondy par la statisticienne de l'équipe (Neli do A. MENEGUELLI).

Les activités de service ont été importantes, et liées à la bonne intégration de l'informaticien français du programme, à la fois dans l'équipe de Rio de Janeiro et auprès des analystes et programmeurs de Brasília. Ainsi, toutes les tâches inhérentes aux chercheurs de l'EMBRAPA lui sont également incombées, notamment celles liées à la routine contraignante mais néanmoins bénéfique de la programmation de recherche de l'EMBRAPA (rapports de suivi trimestriels, programmation et évaluation annuelle, etc.).

ROLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Une source importante d'applications

Alors que la quasi-totalité des programmes de coopération naissent à partir des programmes antérieurs, la base de données pédologiques SISOLOS constitue un peu une exception, dans la mesure où cette coopération puise son origine dans un accord institutionnel, sans connaissance préalable des partenaires effectifs de l'équipe. Cette « *génération spontanée* » de programme de coopération a heureusement bénéficié de circonstances favorables, difficilement reproductibles, capables de surmonter les réserves naturelles (différences d'idiome, de culture, d'éducation, d'intérêt scientifique, de tradition institutionnelle, etc.).

Le succès de ce travail se retrouve également dans les nouvelles coopérations à l'origine desquelles il a contribué : le programme SISGEO, bien entendu, qui en est l'héritier naturel, mais aussi le programme d'inventaire national de conservation des sols, qui a été accueilli à Rio de Janeiro dès 1984.

L'originalité de l'outil que cette base de données de sols représente, son exhaustivité sur le plan géographique ainsi que le volume d'informations qu'elle rassemble en fait une source importante d'applications diverses, encore trop peu exploitée malgré quelques exemples prometteurs [DRUCK & MENEGUELLI 1985 ; DRUCK *et al.* 1985 ; LEPRUN *et al.* 1984, 1989 ; SERRA FREIRE *et al.* 1990].

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARAUJO, A.R. ; SECHET, P. 1983. Dados de solos : armazenamento e recuperação. In : Congresso Nacional de Informática, 16., São Paulo, SP. *Anais*, São Paulo, SUCESU : 219-224, 1983.

ARAUJO, A.R. ; COSTA, M.M. do C. ; SECHET, P. ; DRUCK S. 1985. Inteligência artificial e ciência do solo : perspectivas. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 20., Belém, PA. *Programa e Resumos*, Belém, SBCS.

ASSIS, D.S. ; MENEGUELLI, N. do A. ; SECHET, P. 1984. SISOLOS : uma fonte de informação sobre o meio ambiente. Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 1., Rio de Janeiro, RJ. *Anais*, Rio de Janeiro, Clube de Engenharia : 381-8.

Le système SISOLOS a été mis au point par l'EMBRAPA pour faciliter l'accès au considérable volume de données collectées, analysées, interprétées et publiées par son Service de cartographie et conservation des sols (SNLCS). Dans la version actuelle, SISOLOS contient essentiellement dans ses fichiers deux collections d'entités. La première est formée des profils de sols pour lesquels sont stockés les conditions de l'environnement, la description morphologique et les résultats des analyses physiques, chimiques et minéralogiques de chaque horizon. L'autre collection est constituée par les unités cartographiques des cartes pédologiques avec la description de leurs caractéristiques physiographiques et leur composition taxonomique.

DRUCK, S. ; LEPRUN, J.-C. ; SILVEIRA, C.O. 1985. Estudo estatística preliminar do grau de flocculação de diferentes latossolos brasileiros. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 20., Belém, PA. *Programa e Resumos*, Belém, SBCS, p. 39.

Les latossols peuvent être considérés comme les sols les plus représentatifs du Brésil compte tenu de leur superficie, de leurs potentialités et de leur mise en valeur. Dans cette étude, trois classes de latossols sont testées, celles des latossols jaunes, des latossols rouges foncés et des latossols « roxos ». Ces sols, qui possèdent des caractéristiques physico-chimiques différentes liées à la nature du matériel d'origine, se comportent de manière différente face aux agressions climatiques et agricoles, à l'érosion hydrique en particulier, mais présentent des valeurs du degré de flocculation qui mesure la stabilité structurale, statistiquement proches. Les corrélations obtenues à partir des données contenues dans la banque SISOLOS suggèrent que des liaisons principalement de type géochimique par les sesquioxides interviennent dans la structuration des latossols jaunes et rouge foncé alors que dans les latossols « roxos », ces liaisons sont surtout de nature biochimique.

- DRUCK, S. ; MENEGUELLI, N. do A. 1985. Estudo da distribuição do carbono orgânico em Podzólicos vermelho-amarelos. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 20., Belém, PA. Programa e Resumos, Belém, SBCS, pp. 143-144.
- LEPRUN, J.-C. ; MENEGUELLI, N. do A. ; SECHET, P. 1984. SISOLOS : uma alternativa para determinar condições potenciais de degradação de solos no País. Encontro nacional de pesquisa sobre conservação do solo, 5., Porto Alegre, RS. Programa e Resumos, Porto Alegre, SBCS, p. 77.
- Il est possible, en utilisant la banque de données pédologiques SISOLOS de l'EMBRAPA, d'en extraire de précieuses informations pour élaborer un inventaire des conditions potentielles et des zones critiques de dégradation des sols du pays. Dans ce travail, les différents paramètres morphologiques et analytiques susceptibles de faciliter un diagnostic préliminaire de l'état et des conditions de dégradation des sols sont examinés. Des exemples d'application sont fournis.*
- LEPRUN, J.-C. ; RODRIGUES E SILVA, F.B. ; SECHET P. 1989. Utilização do banco de dados pedológicos da EMBRAPA SISOLOS para fins conservacionistas. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 22., Recife, PE, Programa e Resumos, Recife, SBCS, p. 254-255.
- L'article traite des possibilités d'interrogation et d'utilisation de la banque de données pédologiques SISOLOS dans le domaine plus spécialisé de la conservation des sols et des eaux. Des exemples d'application tels que les relations étroites existantes entre certains paramètres pédologiques et la susceptibilité à l'érosion de certaines classes de sols et leur localisation en fonction de différents types de dégradation sont fournis.*
- LEPRUN, J.-C. ; SECHET P. 1990. Uniformização de banco de dados sobre manejo e conservação de solos. Congresso brasileiro e Encontro nacional de pesquisa sobre conservação do solo, 8, Londrina, PR, Resumos, SBCS, p. 28.
- Cette communication tente d'évaluer le volume de données existantes concernant la conservation des sols brésiliens et expose des essais d'inventaires déjà tentés. Après avoir montré les bénéfices apportés par la réalisation d'une banque de données de conservation des sols, l'élaboration d'un modèle logique d'une banque de ce type est proposée.*
- MENEGUELLI, N. do A. ; ARAUJO, A.R. de ; ASSIS, D.S. ; SECHET P. 1981. SISOLOS : um sistema de armazenamento de dados de solos. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 18., Salvador, BA. Programa e Resumos, Salvador, SBCS, p. 69.
- MENEGUELLI, N. do A. ; ASSIS, D.S. ; SECHET, P. 1983. SISOLOS : acesso aos dados de solos através do computador. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 19., Curitiba, PR. Programa e Resumos, Curitiba, SBCS, p. 98.
- MENEGUELLI, N. do A. ; ASSIS, D.S. ; ARAUJO, A.R. de ; SECHET, P. 1983. SISOLOS : Manual de uso. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA-SNLCS, Documentos, 4, 245 p., 1983.
- MENEGUELLI, N. do A. ; SECHET, P. 1984. SISOLOS : Guia de entrada. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA-SNLCS, Documentos, 9, 91 p.
- SANTOS, R.D. dos ; SECHET, P. 1984. Contribuição do SNLCS para o conhecimento dos solos do trópico úmido brasileiro. Simpósio do Trópico Umido, 1., Belém, PA, Resumos. Belém, EMBRAPA-CPATU, p. 27-8.
- SECHET, P. 1985. SISOLOS : base de données de sols du Brésil. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXI, n° 4 : 285-307.
- Afin de rendre facilement accessibles et utilisables les données consignées dans plus d'une centaine de publications, constituées en majorité de notices techniques de cartes pédologiques, l'EMBRAPA, avec la collaboration de l'ORSTOM a mis au point un système informatique de stockage de ces données, baptisé SISOLOS. Les fichiers du système contiennent essentiellement deux collections : 1)*

les profils de sols, pour lesquels de nombreuses informations sont disponibles : conditions de l'environnement du profil (situation, position stationnelle et modelé, roche-mère, végétation naturelle ou cultivée, degré et type d'érosion, etc.), description morphologique et analyses physico-chimiques de chaque horizon, analyse minéralogique de chaque fraction granulométrique ; 2) les unités cartographiques de la carte des sols, généralement constituées d'associations de sols, plus ou moins complexes selon l'échelle de l'inventaire, et pour lesquelles la description des caractères physiographiques, la composition taxonomique et les paramètres relatifs à l'aptitude agricole sont stockés. Les programmes nécessaires à l'exploitation des informations disponibles dans la base constituent deux sous-systèmes distincts : le premier permet la mise à disposition des données sous la forme de rapports descriptifs qui obéissent aux modèles définis par la Société brésilienne de sciences du sol ; le second autorise le traitement des interrogations simples ou composées, qui font intervenir n'importe quels attributs d'un profil ou d'une unité cartographique. Des conventions passées avec d'autres organismes collecteurs ont été élaborées et visent la création de nouveaux centres de transcription, ce qui permet de prévoir, à court terme, l'agrégation dans le système de la quasi-totalité de l'information pédologique du Brésil.

SECHET, P. ; ARAUJO, A.R. de. 1984. Emissão de relatórios operacionais em bancos de dados científicos. Congresso Nacional de Informática, 17., Rio de Janeiro, RJ, Anais. Rio de Janeiro, SUCESU, p. 222.

SECHET, P. ; ASSIS, D.S. ; ARAUJO, A.R. de ; SAROLDI, M.J. 1985. Uso da informática no manuseio e na exploração dos mapas de solos. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 20., Belém, PA. Programa e Resumos, Belém, SBCS.

SERRA FREIRE, E.M. ; SECHET, P. ; LEPRUN, J.C. 1990. Valorização dos dados de solos na região amazônica brasileira. Primeiro simpósio internacional de estudos ambientais em florestas tropicais úmidas, Forest'90, Resumos, Manaus, AM, p. 137.

Le Centre de recherche agro-pastoral du tropique humide (CPATU) de Belém possède la plus importante base de données pédologiques concernant l'Amazonie. Cette base regroupe les informations relatives à plus de 2 000 profils complets et à environ 8 000 profils partiels à finalité agronomique. Le total d'échantillons analysés atteint 50 000. Le travail présente différentes applications statistiques permettant la comparaison, la corrélation et l'analyse de variance de paramètres morphologiques et physico-chimiques et ainsi une meilleure caractérisation des sols de l'Amazonie brésilienne. Parmi les exemples donnés on peut citer la répartition de la teneur en alumine libre en fonction des sols, teneur responsable d'une toxicité réduisant les rendements et les relations obtenues entre les paramètres physiques des sols et la nature des formations végétales qui les supportent.

INFORMATIQUE

PROJET ORSTOM/EMBRAPA

COORDINATION DES ACTIVITÉS DE TRAITEMENT DE DONNÉES DE RESSOURCES NATURELLES DANS LE CADRE DE SISGEO, SYSTÈME D'INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT RURAL AU BRÉSIL

Localisation

Département d'informatique de l'EMBRAPA (Coordination, Brasília),
Centre de recherches agro-pastorales des « cerrados », CPAC (Brasília) ;
Service national de cartographie et conservation de sols, SNLCS (Rio de Janeiro) ;
Centre de recherches agro-pastorales des terres basses de climat tempéré, CPATB (Pelotas) ;
Centre de recherches agro-pastorales du tropique semi-aride, CPATSA (Petrolina),
Centre de recherches agro-pastorales du tropique humide, CPATU (Belém),
Centre de recherches agro-pastorales du Pantanal, CPAP (Corumbá)

Chercheur ORSTOM responsable

Patrick SECHET (1984-1991), G. COCHONNEAU (1992), informaticiens

Autres membres de l'équipe française

Daniel CARDON, agro-climatologue (SISCLIMA) ; Georges Fotius, botaniste (SISFITO) ;
Philippe WANIEZ, géographe (SISECSO)

Responsable brésilien

Antenor Turazi, chef DIN, informaticien

Autres membres de l'équipe brésilienne

Tatiana D. de A.S. DINIZ, resp. thématique SISCLIMA ; Paulo Renato F. FRANZ,
resp. thématique SISECSO ; Jorge Olmos I. LARACH, resp. thématique SISMAPAS ;
Jeronimo Cunha ALMEIDA, resp. thématique SISOLOS ; Irenice Alves RODRIGUES,
co-resp. thématique SISFITO ; Eduardo ASSAD, coordination
et resp. thématique SISIMAGEM ; José F. da Silva MARTINS,
resp. thématique SISPRAGAS

Durée

de 1984 à 1992

HISTORIQUE

SISGEO, système d'informations géographiques, suite logique et ambitieuse de SISOLOS

Les données de sols, climat, végétation, ressources hydriques, ainsi que les informations phytosanitaires ou encore de nature socio-économique, sont nécessaires à l'activité agricole et, au Brésil, font l'objet d'inventaires de la part de divers organismes. Toutefois, les informations qui en résultent sont hétérogènes, la plupart d'entre elles étant d'accès difficile et ne sont, le plus souvent, pas publiées. De plus, leur diversité et leur volume rendent impraticables tous moyens conventionnels d'utilisation.

L'EMBRAPA, qui entretient des équipes pluridisciplinaires de chercheurs dans chacune des grandes régions écologiques du pays afin de définir des produits et techniques adaptés aux conditions agroécologiques de chacune de ces régions, décidait dès la mi-1982, de travailler à un système d'information géographique (ou SIG), baptisé SISGEO. Celui-ci, à l'instar de la base de données SISOLOS qui avait été élaborée au Service des sols de l'EMBRAPA à Rio de Janeiro (SNLCS) par P. SECHET et une importante équipe brésilienne pour les données pédologiques, devait permettre un stockage adéquat sur ordinateur des données de l'environnement agricole, et rendrait ainsi possibles tout en les facilitant, la récupération et la diffusion de ces informations sous forme de cartes et rapports.

Pour l'ORSTOM, l'intérêt d'un tel programme était évident, s'agissant d'une tentative très complète de valorisation des connaissances accumulées sur le milieu rural, domaine de compétence traditionnelle de ses chercheurs. Le lancement de ce nouveau programme de coopération a donc été décidé lors de la réunion mixte annuelle de 1983, en commençant par l'élaboration d'un système d'information climatologique dénommé SISCLIMA à Belém (Pará).

Une expérience fructueuse pour les deux parties

Le programme SISGEO aura constitué une expérience particulièrement riche pour l'EMBRAPA, dans la mesure où chacun de ses cinq centres de ressources (CPATU de Belém, CPAC de Brasília, CPAP de Corumbá, CPATB de Pelotas et CPATSA de Petrolina) y a contribué en prenant la responsabilité thématique du développement d'au moins un module, aux côtés du SNLCS et de l'équipe informatique du siège à Brasília. Pratiquement, on peut évaluer à une douzaine de personnes l'équipe mise en permanence à la disposition du programme par le partenaire, composée pour moitié de spécialistes thématiques et d'analystes ou programmeurs.

La participation de l'ORSTOM à ce programme, durant son exécution de 1984 à 1992 est néanmoins restée relativement modeste, puisqu'elle s'est limitée en permanence à deux agents (P. SECHET à Brasília de 1984 à 1991, D. CARDON à Belém de 1984 à 1986, P. WANIEZ à Brasília de 1985 à 1987, remplacé ensuite par G. COCHONNEAU), mais néanmoins renforcée par des missions de courte durée en télédétection et informatique graphique, par la collaboration effective de collègues en affectation brésilienne (notamment G. FOTIUS à Petrolina) et par des acquisitions de matériel (*plotter*, micro-ordinateurs).

ACTIVITÉS PRINCIPALES

Particularités de SISGEO

La réalisation d'une base de données suppose deux opérations successives. La première concerne la mise au point d'un système informatique de gestion, comportant les fonctionnalités appropriées à la saisie, la validation, le stockage et l'extraction des différentes informations

prévues dans le système. La seconde s'intéresse seulement aux données, puisqu'il faut alors assurer l'alimentation du système en exploitant les ressources créées lors de la première phase pour saisir, critiquer et gérer les informations disponibles. C'est cette même démarche qui a été suivie pour l'établissement de la banque de données de sols SISSOLOS entre 1981 et 1984 à Rio de Janeiro.

Le travail réalisé dans le cadre du système d'informations géographiques, tel que celui du programme SISGEO, relève de celui d'une base de données mais s'en distingue néanmoins sur bien des points :

- il rassemble des équipes situées aux quatre coins du Brésil, chacune d'elles ayant en commun avec l'équipe informatique de coordination la charge d'un module déterminé ;
- il intéresse non pas une seule catégorie de données, mais les informations relevant de plusieurs thèmes, ce qui incite à mettre en commun des développements partiels, utilisables par plusieurs modules thématiques ;
- développé récemment, il a bénéficié d'emblée de l'avènement du micro-ordinateur, nettement plus propice aux opérations prépondérantes de capitalisation d'information requises dans un projet de constitution de base de données ;
- il privilégie le caractère géographique des informations, de sorte qu'il prévoyait nécessairement à l'origine le stockage de documents cartographiques et la manipulation de produits de télédétection.

La méthodologie adoptée

Dans ce contexte, l'équipe de SISGEO a adopté, dès l'origine, quelques principes fondamentaux qui ont caractérisé la réalisation du programme et qui sont restés en vigueur tout au long de son développement :

- réalisation progressive du système par le biais de modules thématiques autonomes. Cette option a été prise de façon à privilégier l'exhaustivité du système d'information par rapport aux données effectivement disponibles dans les procédures de collecte systématique (inventaires), tout en favorisant la fourniture des résultats partiels que constituent les modules thématiques de sol, climat, végétation, etc. En contrepartie, l'intégration géographique des données des différents thèmes est retardée et repose essentiellement sur le module de traitement des données cartographiques (composition de cartes thématiques) ;
- constitution d'équipes mixtes de développement de modules, comprenant informaticiens et thématiciens. Cette méthode est indispensable pour procéder à la modélisation de l'information que la constitution de la base de données suppose, et qui constitue la véritable problématique scientifique du programme ;
- idéalisation de chaque système thématique sur la base d'un module local amplement diffusé, réalisé sur micro-ordinateur et orienté vers la capitalisation de l'information, et d'un module central unique, susceptible de mettre en commun et d'agréger des données au niveau national, tout en garantissant la sécurité des fichiers. En l'absence de ressources satisfaisantes de télétraitement, seule une telle structure permet de concilier les objectifs contradictoires de saisie localisée et d'accès partagé ;
- adoption d'une méthode de développement rigoureuse et formellement documentée, prévoyant la mise au point d'un environnement de développement approprié à la réalisation de systèmes de capitalisation d'information et qui comprend l'assimilation progressive d'outils de génie logiciel. La possibilité d'utilisation intégrée des différents modules, dans l'optique de la composition des informations propres à chaque thème, passe en effet par une homogénéisation de la forme des logiciels et de leurs interfaces-utilisateurs, elle-même grandement favorisée par l'incorporation de sous-systèmes communs.

Dans le cadre de ces grandes orientations, l'équipe de SISGEO s'est ainsi attachée à développer en langage PASCAL un module de traitement de données cartographiques (SISMAPAS) et des modules thématiques locaux pour le climat (SISCLIMA), le sol (SISSOLOS), la végétation (SISFITO) et les données phytosanitaires (SISPRAGAS), qui possèdent une interface-utilisateur semblable et s'appuient sur l'utilisation de ressources communes de manipulation de glossaire, de contrôle d'accès, de « back-up » de sécurité, etc..

Le module thématique d'informations socio-économiques SISECSO, dont les objectifs étaient la cartographie et l'interprétation des données socio-économiques de tout le pays en commençant par la région des « Cerrados » dans le but d'analyser la dynamique régionale du secteur agro-pastoral de cette région, a suivi une méthodologie de travail spécifique. Le système adopté pour le stockage et le traitement statistique des données a été celui utilisé au siège de l'EMBRAPA à Brasília, le *Statistical Analysis System* ou SAS, qui permettait une rapidité de réalisation et une réelle rigueur de gestion. Faute d'un équipement approprié, les opérations de cartographie automatique ont été réalisées en France.

ACTIVITÉS SECONDAIRES

Tout programme de recherche s'accompagne de retombées sur des sujets annexes, ce qui a pour effet de mettre en relation les équipes, dynamiser les échanges et, en un mot, rétroali-menter la recherche.

Le programme SISGEO aura été l'occasion d'une réflexion approfondie sur la structuration logique des informations du milieu. L'approche originale qui a été adoptée, et qui consiste à traiter chaque thème séparément, est très complémentaire des approches globales, plus classiques, des SIG, comme on a pu s'en apercevoir lors des manifestations collectives qui ont été organisées sur le sujet à l'ORSTOM (Séminfor 3, ACMIS). Ceci explique en partie l'intérêt portée par P. SECHET et sa participation au programme franco-béninois PAYSAGES, qui prévoit la réalisation d'un système de saisie et stockage des informations de l'environnement biogéographique, selon une nouvelle méthode d'échantillonnage hiérarchisée de l'espace géographique.

D'autre part, les avancées obtenues par le programme dans le domaine de la conception et de l'implémentation de systèmes informatisés ont été largement mises à profit et transférées dans le cadre de l'ORSTOM, soit sous la forme de cours ou séminaires (Séminfor 1, par exemple), soit sous la forme de notes techniques (note de conjoncture scientifique sur le génie logiciel), soit encore pour la réalisation de logiciels dans divers domaines (PCDICO pour la gestion d'un dictionnaire anthropologique, méthode du vecteur régional MVR, logiciel hydrologique HYDROM).

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Des résultats différents selon la nature du module

Les résultats obtenus dans les projets de ce genre sont évidemment constitués par la base de données que l'on se proposait à l'origine de réaliser. On peut en mesurer l'ampleur, la performance et la pertinence sur la base de divers critères : volume de données stockées, puis-

sance des fonctions de manipulation, dissémination et facilité d'accès, pérennité de l'outil, originalité, exhaustivité, applications réalisées, etc.

L'éloignement des équipes aura constitué sans conteste la difficulté majeure du programme SISGEO, dont, par ailleurs, la finalité première consistait plus à mettre des logiciels de capitalisation d'information à la disposition des utilisateurs thématiques, qu'à réaliser des bases de données à proprement parler. Compte tenu des circonstances, différentes d'un centre à l'autre de l'EMBRAPA, les divers modules ont connu des fortunes diverses, de sorte que seulement cinq d'entre eux donnent lieu à des résultats concrets en termes de produits logiciels développés sur micro-ordinateur PC-compatible. Ce sont :

- le système de traitement des données climatiques, SISCLIMA, développé entre 1984 et 1988 avec le concours des climatologistes du centre de Belém. Ce logiciel permet la saisie et la validation d'une quarantaine de paramètres climatiques collectés pour les trois horaires d'observation, la génération d'un fichier opérationnel de données journalières servant de base pour la production de divers rapports standards (bulletin agrométéorologique mensuel, annuaire, etc.); pour le calcul automatique de l'évapotranspiration potentielle et pour l'émission de rapports de persistance de valeurs, utilisés par les agronomes ;
- le module de traitement de documents cartographiques, SISMAPAS, mis au point avec le concours du SNLCS à Rio de Janeiro, de 1986 à 1989, comprend deux fonctionnalités intégrées. Il permet tout d'abord d'administrer une cartothèque, en permettant la saisie des principales caractéristiques de ces documents, la gestion des prêts et l'extraction des informations sur la base de critères simples ou composés. La seconde application met en œuvre la digitalisation des fonds cartographiques sur table à digitaliser vectorielle, avec des ressources de correction interactive et de restitution de contrôle sur *plotter*, par adaptation de la méthode originale mise au point à l'ORSTOM (logiciel MYGALES) ;
- un double parrainage des centres de l'EMBRAPA de Belém et de Petrolina a permis la réalisation d'un système pour les données phytoécologiques, SISFITO. La version disponible depuis 1989 a été spécifiquement conçue pour automatiser le maximum d'activités qui interviennent dans la gestion des collections botaniques (herbiers), depuis la saisie des informations de la fiche de terrain (comportant une cinquantaine de paramètres descriptifs de l'échantillon collecté) jusqu'au traitement des consultations les plus courantes ;
- le module local du système d'informations pédologiques SISOLOS a été développé à partir de 1988, et avec l'aide des pédologues de Recife, pour compléter la base de données centrale et résoudre les difficultés d'accès inhérentes à ce système. La version actuelle, opérationnelle depuis 1990, permet la saisie contrôlée, sur micro-ordinateur, de toutes les informations de profils collectées lors de la réalisation d'un nouvel inventaire pédologique, dans le but initial de faciliter la production de la notice et pour ensuite alimenter la base de données centrale ;
- un système d'information phytosanitaire, SISPRAGAS, dont la responsabilité a été endossée par l'équipe d'entomologistes du CPATB de Pelotas, a enfin été projeté pour traiter ces données importantes pour la production agricole. Celui-ci permet de cataloguer les insectes d'importance économique dans le système productif agricole, de les caractériser à partir des aspects généraux de leur morphologie et d'administrer les informations qui se réfèrent à leur comportement. Il permet de plus de gérer les variétés culturales qui interviennent dans la relation plante/insecte, d'enregistrer les données sur les symptômes de l'attaque des insectes et de stocker les informations qui concernent le contrôle des insectes. Une première version complète de SISPRAGAS est disponible depuis octobre 1991.

La dissémination de ces différents logiciels est grandement facilitée par le fait qu'ils sont opérationnels sur micro-ordinateur, dans une configuration très répandue. Ainsi, SISCLIMA est

utilisé par une dizaine d'unités de l'EMBRAPA, chacune gérant les données de ses propres stations climatologiques. Deux centres utilisent SISMAPAS pour gérer leurs cartothèques respectives, mais sans mettre en œuvre la digitalisation de cartes, qui exige des équipements graphiques spécialisés. Les herbiers de Petrolina et de Belém sont l'occasion des premières applications de SISFITO, tandis que la version actuelle de SISOLOS est encore d'usage privé des cinq antennes régionales du SNLCS. Enfin, l'originalité de SISPRAGAS et l'intérêt qui a été démontré par les entomologistes brésiliens à son égard permettent d'entrevoir une diffusion nationale de ce produit dans les années qui viennent.

Dans tous ces domaines, il est ainsi créé un « *standard* » national de représentation sur ordinateur des données du thème considéré, qui en facilite d'ores et déjà les échanges et favorisera ultérieurement la mise en commun de celles-ci, moyennant la réalisation effective du module central. Qui plus est, le choix d'une même configuration d'opération, d'outils de développement identiques et d'une interface-utilisateur unique, en plus d'une même méthode d'incorporation de la *localisation* (SISMAPAS), sont de sérieux atouts pour finaliser un véritable système d'information géographique. Cette conception modulaire est également compatible avec l'utilisation de SIG déjà développés (commerciaux ou non), capables d'importer les données capitalisées par SISGEO, pour les traiter.

La base de données élaborée par le module SISECSO renferme une quantité d'informations socio-économiques statistiques considérable : pour les 843 municipes des « *cerrados* », domaine des savanes arborées, on dispose d'environ 2 000 variables relatives à la démographie et aux activités économiques. Le premier produit issu de l'utilisation de cette base de données a été l'« Atlas des productions agro-pastorales des Cerrados » publié en 1988. Il s'agit d'un ensemble d'une centaine de cartes représentant la distribution géographique des 14 cultures et des 4 productions de l'élevage les plus importantes dans les « *cerrados* ». L'ouvrage « Les cerrados, un espace frontière brésilien » (WANIEZ, 1992) a été réalisé en utilisant les informations de la base SISECSO.

La divulgation des résultats

Une abondante littérature a été produite tout au long de la réalisation de ce programme. Dans un premier temps, la méthode et la stratégie envisagées pour sa réalisation ont été présentées à la communauté scientifique brésilienne (SIMPLICIO & SECHET, 1984 ; SIMPLICIO *et al.*, 1984). Les résultats globaux ont ensuite fait l'objet de quelques discussions (SECHET 1986 ; SECHET *et al.*, 1989 ; TURAZI *et al.*, 1990), alors que chaque travail était présenté indépendamment lors de rencontres scientifiques sur le thème correspondant, ou à l'occasion d'articles dans des revues spécialisées. Les résultats secondaires, concernant la méthode de travail sur le plan informatique, ont fait l'objet d'une communication en français (SECHET, 1987).

PARTENARIAT ET FORMATION

Les avantages d'une présence permanente

La réalisation d'un programme scientifique en coopération est normalement l'occasion d'activités de formation et de transfert de connaissances, qui peuvent revêtir diverses formes : cours dispensés sur place, stages organisés en France, encadrement d'étudiants et orientation

de thèses, missions d'experts, etc. La présence permanente du coopérant français est aussi propice à diverses activités de consultant, d'évaluation et de prestations de services. Celles-ci sont souvent mal identifiées et vite oubliées, mais n'en ont pas moins un impact important.

Le programme SISGEO a exigé des membres français de l'équipe diverses tâches liées à la formation dans le domaine de l'informatique, et d'autant plus que, côté brésilien, on assistait à une grande mobilité des participants. On peut ainsi citer :

- **la réalisation d'un cours de langage PASCAL**, qui a été dispensé à plusieurs reprises aux membres de l'équipe informatique à Brasília, mais aussi dans plusieurs unités de l'EMBRAPA, à Pelotas, Belém, Florianópolis, voire à d'autres institutions (CEPLAC à Itabuna) ;
- **la préparation d'autres cours (DOS, PASCAL avancé)**, toujours destinés à l'équipe informatique ;
- **l'encadrement de nombreux collègues analystes** et programmeurs brésiliens dans le domaine du développement de logiciels, depuis la conception jusqu'à la programmation et l'implantation ;
- **l'encadrement d'étudiants brésiliens** en informatique, lors de la réalisation de leurs mémoires de fin d'étude, l'un (Eder M. de ABREU) dans le cadre du projet SISCLIMA en 1986-1987, les autres (Cláudia G. NOGUEIRA et Helvécio COSTA) pour une application du projet SISOLOS local ;
- **l'obtention de missions de courte durée en France pour des stagiaires.**

SISGEO a également été l'occasion de **fournir une assistance importante à l'EMBRAPA dans le domaine de la télédétection**, avec plusieurs missions d'expert (J.-F. PARROT, M. POUGET, etc.) et l'accueil d'un thésard brésilien à l'ORSTOM à Bondy (José MADEIRA), ainsi que pour l'infographie (mission de M. SOURIS, transfert et adaptation du logiciel MYGALES).

Les activités de service se sont plutôt soldées par des missions d'appui (CEPLAC de Itabuna, INPA de Manaus, SUDENE de Recife, DNAEE de Brasília), utilisant les compétences en informatique et en hydrologie des deux ingénieurs français du programme.

ROLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Un travail considérable qui a permis de répertorier et rendre utilisables les données

Il est intéressant de constater que la quasi-totalité des programmes de coopération naissent à partir des programmes antérieurs, tant il est vrai qu'une collaboration permanente et durable exige une entente préalable entre les futurs partenaires, qui doit s'appuyer sur des indices tangibles de possibilité de succès. En d'autres termes, les programmes de coopération s'enchaînent de sorte que le responsable d'un programme qui s'achève a le devoir d'explorer les possibilités de nouvelles coopérations susceptibles de faire suite à son action, sous peine de rupture de la chaîne évoquée.

Ainsi, la coopération interinstitutionnelle menée avec l'EMBRAPA pour la réalisation de SISGEO est une généralisation à plusieurs thèmes du programme SISOLOS précédent mené avec succès entre 1981 et 1984, de sorte qu'il a permis de nouer des contacts avec tous les centres de ressources de l'EMBRAPA, partenaires privilégiés de l'ORSTOM. On peut citer le

projet « Evaluation des ressources en eau des Cerrados brésiliens » au CPAC de Brasília. Dans certains cas, comme celui du CPATU à Belém, les résultats escomptés n'ont pas été atteints, du moins pour l'instant, en termes de nouvelles coopérations.

Ce programme, n'est pas, à court terme, susceptible d'applications de grande envergure, sinon dans le cas de SISPRAGAS, dont l'approche originale est prometteuse et devrait permettre d'envisager un transfert pour une utilisation en Afrique, par exemple. On peut de plus imaginer que les données climatologiques et botaniques, traitées selon les standards respectifs de SISCLIMA et SISFITO, fassent l'objet d'applications intéressantes dans quelques années, à l'instar des résultats obtenus avec les bases de données hydrologiques et pédologiques.

La réalisation de la base de données du module SISECSO durant la courte permanence de Ph. WANIEZ à Brasília, a permis la prise de contacts qui, quelques années plus tard, ont débouché sur la signature d'une convention entre l'IBGE (Institut brésilien de géographie et de statistique) ; le GIP RECLUS de la Maison de la géographie à Montpellier et l'ORSTOM et le montage du projet franco-brésilien *Fronteiras*.

Le système d'informations géographiques **SISGEO aura en tout état de cause permis, et ce n'est pas là le moindre de ses mérites, de rechercher, répertorier, parfois sauver et toujours de rendre plus utilisables des données** enfouies le plus souvent dans des tiroirs et non publiées et dont aussi bien les scientifiques que les décideurs, développeurs et planificateurs ont le plus grand besoin. Un travail considérable aura été accompli par une équipe ORSTOM peu nombreuse et des partenaires brésiliens compétents, décidés et responsables. Ce travail, auquel l'ORSTOM ne participe plus, au moins officiellement, est toujours en cours à l'EMBRAPA.

Un autre mérite de SISGEO aura été, grâce à la modélisation des informations, de sensibiliser les thématiciens de l'EMBRAPA à l'usage de l'informatique et ceci très tôt, souvent malheureusement avant qu'ils aient accès aux équipements adéquats.

Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que, de plus en plus, des deux phases du travail de réalisation de la base de données, élaboration du système de gestion et alimentation de la base, c'est la seconde phase, celle de l'alimentation de la base, qui pose le plus de problèmes, étant entendu que ni le thématicien, ni *a fortiori* l'informaticien, ne souhaite s'en charger. Dans ces conditions, et paradoxalement, l'expérience de SISGEO pourrait bien apporter la meilleure solution, dans la mesure où les logiciels qui y sont développés sont suffisamment conviviaux pour être utilisés par le personnel d'appui technique.

Alors que dans le projet SISOLOS, l'alimentation prenait le pas sur le développement, pour le programme SISGEO, au contraire, les résultats ont été essentiellement obtenus dans la mise au point de logiciels de capitalisation d'information.

Il paraît naturel d'expliquer les différences sur ce dernier point d'après la nature de l'intervention respective des informaticiens et des thématiciens sur chaque système. En effet, s'il est à peu près acquis que ce type de système nécessite le double concours d'informaticiens (pour une réalisation plus respectueuse des normes de cohérence, intégrité, sécurité, partage de données, etc.) et de spécialistes du thème pour apporter une connaissance suffisante des concepts de la discipline considérée, en revanche le mode d'interaction reste à préciser.

De même, la trop lente évolution de l'utilisation des logiciels de SISGEO, malgré le progrès considérable apporté sur le plan du confort d'utilisation, s'explique-telle fort bien par une implication insuffisante des thématiciens. Par contre, la mise au point du système SISOLOS à Rio de Janeiro paraît avoir bénéficié de conditions pratiquement optimales pour atteindre les résultats que l'on sait.

En tout cas la comparaison de deux expériences poursuivies à l'EMBRAPA à l'occasion des programmes de SISSOLOS et SIGGEO **devrait permettre de tirer des conclusions précises** quant à l'équipe à réunir pour mener à bien un projet de base de données de grande envergure.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

SECHET, P. ; MIRANDA, J.I. ; ASSIS, D.S. 1984. Numerização de dados cartográficos : relato de uma experiência. Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 3., Anais, Rio de Janeiro, RJ.

L'utilisation rationnelle de notre environnement, dans le but de tirer un meilleur profit de ses potentialités sans compromettre dangereusement le fragile équilibre de la nature, exige une analyse intégrée des ressources naturelles. Comme pour de nombreux secteurs de l'activité humaine, l'apparition de moyens informatiques toujours plus puissants promet un spectaculaire développement à la recherche sur l'environnement. Le traitement numérique des images de télédétection constitue actuellement l'application la plus connue de la technologie informatique dans ce domaine ; l'élaboration de systèmes d'informations géographiques, capables d'offrir les ressources les plus complètes de traitement, semble tout aussi prometteuse. Toutefois, le développement de ces derniers a jusqu'à maintenant buté sur les difficultés technologiques et sur le coût élevé présentés par la saisie de cartes et leur stockage sur ordinateur. Devant le manque d'expérience et d'équipements adéquats dans le pays, l'EMBRAPA décidait de réaliser quelques tests à l'étranger, profitant d'une convention signée avec un institut de recherches français. Trois cartes de sols brésiliennes, produites par le SNLCS/EMBRAPA, ont été utilisées, chacune étant numérisée selon un procédé différent. Le présent travail mantle les particularités des méthodes qui emploient la table à digitaliser, le « raster-scanner » et le microdensitomètre, en mettant en évidence les avantages et les inconvénients de chacune, dans le but d'aider au choix d'une méthodologie adaptée au stockage des cartes de sols du pays, activité projetée pour compléter le système d'informations sur les sols (SISSOLOS), déjà existant à l'EMBRAPA.

SIMPLICIO, F. ; SECHET, P. 1984. Metodologia para elaboração de um sistema de informações geoambientais na EMBRAPA. In : Congresso brasileiro de geociências e tecnologias aplicadas aos estudos ambientais, 1., Rio de Janeiro, RJ, 1984, non publié.

SIMPLICIO, F. ; MIRANDA, J.I. ; SECHET, P. 1984. Estratégia da EMBRAPA na realização de um sistema geográfico de informações ambientais. Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 1., Anais, Rio de Janeiro, RJ, Clube de Engenharia, pp. 421-8.

SOURIS, M. ; MIRANDA, J.I. ; SECHET, P. 1985. Captação de mapas poligonais na mesa digitalizadora. Congresso regional de informática, 7., Brasília, DF, SUCEU-DF, 1985, non publié.

Le stockage de documents cartographiques sur support magnétique, répand à de nombreux objectifs d'archivage, de reproduction, de manipulation, de mise à jour, de calcul de surfaces, de production de cartes interprétatives par composition ou projection, etc. L'EMBRAPA, dans le cadre de diverses études sur l'environnement rural, a commencé à s'intéresser à cette nouvelle technologie, susceptible d'améliorer considérablement le travail de ses équipes d'évaluation de ressources naturelles de chaque région. Toutefois, la première difficulté à surmonter pour maîtriser cette technique tient à l'obligation de développer une méthodologie appropriée aux cartes, qui ne peuvent être simplement numérisées par les moyens traditionnels de l'informatique. Les tests d'utilisation des appareils de

saisie matriciels et vectoriels qui ont été réalisés, ont montré qu'actuellement seule une méthode basée sur la table à digitaliser pouvait être mise au point à court terme. Ce texte présente les diverses alternatives d'utilisation de la table à digitaliser qui ont été étudiées, avec leurs avantages et inconvénients respectifs, et esquisse finalement la méthode adaptée, en cours de programmation et implantation.

CARDON D. ; SECHET, P. ; DINIZ, T.D. ; BASTOS, T.X. ; MALTEZ, M.G. 1985. SISCLIMA : création d'un système d'informations climatiques informatisées en région amazonienne. In : Connaissance du milieu amazonien, Paris, Coll. et sémin., ORSTOM, pp. 295-312.

Ce travail aborde les problèmes posés par la réalisation du fichier d'informations climatiques du sous-système SISCLIMA, qui fait partie du ZIF. SISGEO développé par l'ORSTOM et l'EMBRAPA. Une station-test, celle de Belém est prise comme exemple. Dans la première partie sont présentés le but recherché, les problèmes à résoudre, le plan général du travail et ses contraintes. La deuxième est consacrée à l'informatisation des données de la station de Belém. La troisième expose le plan de réalisation définitif du système et son état d'avancement début 1985.

SECHET, P. ; LERISSON, D. ; SANTOS, D.T. 1986. Implementação da captação de mapas poligonais usando mesa digitalizadora. In : Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 2., Anais, Rio de Janeiro, RJ, Clube de Engenharia, pp. 195-212.

SECHET, P. 1986. Le projet SISGEO EMBRAPA, Brésil : état d'avancement. In : *Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM*. Paris, Coll. et Sémin., ORSTOM.

SECHET, P. 1987. Méthode d'analyse structurée pour le développement de logiciels. In : *Séminfor*, 1., Paris, ORSTOM, Coll. et Sémin., pp. 221-48.

WANIEZ, Ph. 1987. SISECSO, problèmes fondamentaux rencontrés dans la réalisation d'une base de données pour la recherche géographique. In : *Séminfor* 1, ORSTOM, Coll. et Sémin., Paris, pp. 321-339.

CARDON D., SECHET P., DINIZ T.D. et MALTEZ M. 1987. SISCLIMA : capitalisation de données agroclimatiques au Brésil. *Hydrol. continent.*, vol. II, n° 1 : 3-14.

Dans le cadre du système d'informations géographiques (SISGEO) créé par l'EMBRAPA, et dont un sous-système est déjà opérationnel (SISLOLOS ou informations géographiques sur les sols du Brésil), est actuellement en cours de réalisation l'informatisation de la partie climatique de cette information (SISCLIMA). La mise au point de SISCLIMA se faisant à BELEM (PARA), ce sont évidemment les données de la région amazonienne qui en sont les premières bénéficiaires. Dans ce travail sont présentés successivement les travaux préliminaires à la création de SISCLIMA, les problèmes rencontrés, la solution définitive adoptée et son point de réalisation.

WANIEZ, Ph. 1988. Atlas des productions agro-pastorales des « cerrados ». EMBRAPA-CPAC, Planaltina (DF), Col. Documentos, 15 p., 102 cartes.

L'ensemble des 110 cartes traduit l'évolution entre 1977-1984 des trois indicateurs suivants : volume de la production, proportion par rapport à la superficie totale cultivée, rendement. Ces cartes sont les premières à localiser, de manière précise, au niveau du munícipe, la production agricole pour l'ensemble des « cerrados ».

ALMEIDA J.C. ; SECHET P. ; NOGUEIRA, C.L.C.G. 1989. SISLOLOS módulo local : um sistema de administração de dados de solos em microcomputador. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 22., Recife, PE. Programa e Resumos. Recife, SBCE, p. 225.

Le module central du système d'informations pédologiques de l'EMBRAPA SISLOLOS, opérationnel depuis 1981 ne peut être consulté que sur place, ce qui le rend peu pratique pour des utilisateurs d'un vaste pays comme le Brésil. De plus ce module central ne permet pas l'entrée, sur place, des données nouvelles fournies par les travaux cartographiques récents. D'où la décision de créer un module local dont la première version a été mise en place à l'antenne Nordeste de l'EMBRAPA à Recife.

ASSAD, E.D. ; MACEDO, J. ; SANTOS, D.T. ; JUNIOR, S.R. 1989. SISIMAGEM : une philosophie d'utilisation de la télédétection à l'EMBRAPA. In : *Séminfor*, 3., Paris, ORSTOM, Coll. et Sémin., pp. 211-26.

SISIMAGEM, système de traitement numérique d'images de télédétection, est l'un des sous-systèmes de *SISGEO*, système d'informations géographiques à vocation agricole de l'EMBRAPA. Son objectif est d'offrir à ses utilisateurs des fonctionnalités qui les aident à exploiter les images de satellites (lesquelles fournissent un ensemble de données utilisées dans les études de ressources naturelles), depuis leur acquisition jusqu'à la sortie et l'interprétation des résultats du traitement.

SECHET, P. ; FRESNEDA, P.S.V. ; COCHONNEAU, G. 1989. *SISGEO* : une méthodologie d'administration des données de l'environnement rural. In : *Séminfor*, 3., Paris, ORSTOM, Coll. et Sémin., pp. 287-318.

L'EMBRAPA est amenée à collecter des données de sols, climat, végétation, etc., de façon à compléter les informations sur l'environnement dont elle a besoin pour mener à bien ses recherches et pour une exploitation rationnelle des ressources du milieu rural. Pour pouvoir gérer ces données il a été décidé de les rendre disponibles sur ordinateur. Un programme *SISGEO* a été défini et réunit les spécialistes de chaque thème rencontrés parmi les équipes des cinq centres de recherches de l'organisme. L'ORSTOM apporte son concours à ce projet depuis 1984. Le programme est réalisé de manière modulaire, thème à thème.

SECHET, P. ; MARTINS, J.F. ; BELARMINO, L.C. ; LOECK A.E. 1989. *SISPRAGAS* : une approche de système d'information pour le contrôle des insectes phytophages. In : *Séminfor*, 3., Paris, ORSTOM, Coll. et Sémin., pp. 79-90.

SISPRAGAS, le système d'informations phytosanitaires de l'EMBRAPA, constitue un sous-système de *SISGEO*, système d'informations géographiques sur l'environnement rural. L'objectif, défini initialement est la caractérisation et le contrôle des insectes prédateurs dans les basses terres de climat tempéré du Brésil. Il s'agit essentiellement d'un logiciel mis au point pour saisir, stocker et divulguer des données afférentes aux nuisances provoquées par les insectes dans le système productif et les méthodes possibles pour leur contrôle. La version initiale du module local, actuellement en cours de développement, prétend atteindre les objectifs suivants : cataloguer les insectes d'importance économique et les caractériser morphologiquement ; gérer les informations disponibles sur le comportement de ces insectes, incluant l'influence des facteurs biotiques et abiotiques ; administrer les données de variétés culturales qui interviennent dans la relation plante-insecte ; gérer les données de symptomatologie ; stocker les informations sur le contrôle des insectes.

TURAZI, A. ; SILVA, E.A. ; SECHET, P. ; COCHONNEAU, G. 1990. Contribuição da EMBRAPA para a gestão dos dados ambientais da região amazônica brasileira. Primeiro simpósio internacional de estudos ambientais em florestas tropicais úmidas, Forest'90, Resumos, Manaus, AM, p. 138.

FOTIUS, G.A. ; RODRIGUES, I.A. ; GOMES, J.I. ; SECHET, P. ; GARCIA, P. 1990. *SISFITO* : um sistema de administração de herbário. Congresso Nacional de Botânica, XII, Fortaleza, jan. 1990, resumo, p. 478, Sociedade de Botânica do Brasil.

SISFITO est un système d'informations phytoécologiques de l'EMBRAPA qui fait partie du système d'informations géo-environnementales de l'EMBRAPA (*SISGEO*) et est utilisé comme banque de données sur la végétation naturelle de l'ensemble du Brésil. Il est constitué d'un module local qui permet le stockage, la critique et l'exploitation locale des données brutes d'une région et d'un module central qui sert de base de données floristiques au niveau national.

ALMEIDA, J.C. ; COCHONNEAU, G. ; SECHET, P. 1991. *SISSOLOS*, módulo regional : armazenamento dos dados de levantamentos pedológicos em microcomputador. In : Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 23., Programa e Resumos, SBSC, Porto Alegre, p. 258.

Il s'agit d'une version du module régional de la banque de données pédologiques SISSOLOS, constituée par l'EMBRAPA en collaboration avec l'ORSTOM et qui permet le traitement par micro-ordinateur PC compatible de toutes les données des profils pédologiques collectées au cours d'un levé cartographique et analysées.

SECHET, P. ; MARTINS, J.F. ; GEBAILI, V.M. ; SANTOS, J.M. ; CARDOSO, M.O. ; BELARMINO, L.C. ; LOECK, A.E. 1991. SISPRAGAS : sistema de identificação e controle de pragas. Congresso Brasileiro de Entomologia, 13., Recife, PE, SEB, Resumos, vol. I, p. 362.

SECHET, P. ; COCHONNEAU, G. ; JACCON, G. 1992. Cooperação Franco-brasileira para a gestão de informações ambientais. In : Forest'92, Anais, pp. 320-328.

WANIEZ, Ph. 1992. Les CERRADOS, un « espace frontière » brésilien. GIP. RECLUS - ORSTOM, Col. Territoires, 344 p., 37 tabl., 101 cartes, 9 cartes h-t.

L'intégration au reste du Brésil du vaste domaine des savanes arborées nommées « cerrados », devenu en moins de vingt années le « grenier à soja » du Brésil, a suscité de nombreuses études locales. Mais l'approche régionale, permettant de situer ces monographies dans un contexte plus général, faisait gravement défaut. C'est la raison pour laquelle l'auteur a tenté d'évaluer ces nouveaux territoires en appréciant les contrastes du peuplement et l'ampleur des phénomènes migratoires, en précisant l'intensité et les limites des influences urbaines, en appréciant le dynamisme de l'agriculture tout en examinant le rôle limitant du milieu naturel.

PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM-SCET COOP-GEOTECHNIP/SUDENE

ÉTUDE PEDOLOGIQUE DU VAL DU RIO JAGUARIBE (JEVG)

Localisation

Surintendance de développement du Nordeste (SUDENE), Recife, Pernambuco

Chercheur ORSTOM responsable

Edmond GUICHARD

Équipe française

F. COLMET-DAAGE (ORSTOM), F. BLANGUERNON (SCET-COOP)

Équipe brésilienne

C.A. de OLIVEIRA, J.B. SOARES, J. MARQUES, J.V.A. SILVEIRA,
J.M. GOMES, G.A. da SILVA.

Durée du projet

1962-1964

HISTORIQUE

Mise en place du premier projet d'envergure de l'ORSTOM au Brésil

Créée en 1959 par décision du président de la République brésilienne J. KUBITCHEK, la SUDENE a pour premier surintendant une personnalité de premier ordre, Celso FURTADO, alors directeur de la Banque nationale de développement économique qui avait soutenu une thèse de doctorat d'État en économie devant la faculté de droit de Paris quelques années auparavant. Il est aujourd'hui encore, professeur à l'université de Paris I et à l'Institut des hautes études de l'Amérique latine. Ces données expliquent sans doute le choix d'organismes français pour l'étude hydro-pédologique du Val du Rio Jaguaribe (JEVG), dont la localisation est décidée très tôt suite à des visites de P. DUBREUIL, hydrologue de l'ORSTOM, aux responsables de l'organisme récemment créé.

Située dans le polygone des sécheresses de l'État du Ceará, la zone d'étude du bassin du rio Jaguaribe, le plus grand fleuve à écoulement temporaire du monde (plus de 1 000 km de cours, bassin dépassant 70 000 km²) est alors considéré comme une priorité de développe-

ment économique régional. Il convenait donc, afin de promouvoir au mieux ce développement, d'effectuer l'inventaire des ressources naturelles de cette région et en particulier de ses sols.

Les études préliminaires sont confiées à P. DUBREUIL et à F. COLMET DAAGE, pédologue basé aux Antilles, qui continueront ensuite d'assumer la charge de consultants du projet en effectuant des missions tous les six mois environ. Le compte rendu d'une mission préliminaire de P. DESSUS de la SCET-COOP en 1961, prévoit un volet pédologie au projet. E. GUICHARD sera le responsable de la section de pédologie du GEVG. Un directeur adjoint, en même temps chercheur de la section d'agronomie, est nommé par la SUDENE. L'accord prévoit que les salaires des expatriés, les voyages internationaux et certaines analyses de laboratoires seraient à la charge des organismes français, le Brésil assurant le paiement des frais et indemnités de tournée et tous les frais locaux de fonctionnement. Une mission française de coopération technique établie pour une durée de trois ans, de 1962 à 1964 est créée à la SUDENE. Elle perdurera jusqu'en 1992...

La direction des équipes françaises appartenait à la SCET-COOP (MM. MECHIN et JOURDANNE) à laquelle étaient associés l'ORSTOM et GÉOTECHNIP. La SCET avait en outre la responsabilité de l'agronomie et de la topographie. L'ORSTOM était chargé de l'hydrologie et de la pédologie. GÉOTECHNIP, de son côté, s'occupait de la géologie ; de la morphologie et du traitement général des photographies aériennes.

La partie française devait assumer la formation des personnels brésiliens.

L'étude pédologique consiste en une cartographie à l'échelle du 1/250.000 de 13 feuilles couvrant une superficie de 75 000 km².

ACTIVITÉS ET MÉTHODOLOGIE

De la convention au terrain

Le bassin du rio Jaguaribé présente les principales caractéristiques suivantes :

- le climat est de type tropical sec avec une pluviométrie annuelle de 500 à 1 100 mm et une grande hétérogénéité interannuelle ;
- les roches gneissiques acides, parfois à passées basiques, dominent largement. Les roches sédimentaires, généralement des grès et des marnes et calcaires occupent 20 % de la surface et les alluvions, 8 % ;
- l'altitude varie de 0 à 950 m. Les types de modèles sont : des plateaux culminants (« chapadas ») sur grès, des montagnes et des collines sur gneiss, des surfaces faiblement ondulées sur grès, analogues mais plus anguleuses sur gneiss, et des vallées alluviales ;
- la végétation naturelle est un bush épineux dense, la « caatinga ». L'homme cultive de manière associée le coton, le maïs et le haricot et pratique l'élevage extensif mais non itinérant des bovins.

Pour effectuer les relevés pédologiques sur le terrain l'équipe disposait de deux jeux de photographies aériennes à 1/70 000, dont l'un servait en permanence à GÉOTECHNIP pour l'élaboration des fonds des cartes planimétriques et topographiques, géologiques et morphologiques. Ces photographies aériennes avaient été prises par la compagnie d'aviation brésilienne « Cruzeiro do Sul » peu avant et pendant la campagne 1962-1964.

Au point de vue géographique, GÉOTECHNIP dessinait les fonds cartographiques sur lesquels étaient reportées les observations pédologiques à partir d'une carte topographique à 1/500 000 et de cartes à 1/50 000 de l'armée datant de 1946.

En géomorphologie, outre les traités généraux, il existait déjà de nombreux travaux français sur cette région du Brésil (P. BIROT, J. DEMANGEOT, J. DRESCH, J. TRICART et A. CAILLEUX...)

GÉOTECHNIP était chargé d'établir la carte géologique à 1/250 000 dans le cadre des « *Études générales de base* ».

La végétation du périmètre était connue grâce aux travaux de R. BRAGA et de J.G. DUQUE. En revanche, il n'existait pas encore de relevés pédologiques de la zone.

Les activités principales se répartissaient en activités de terrain et de bureau. Les échantillons de terre récoltés étaient analysés sur place au laboratoire agronomique de l'IPANE à Recife, au laboratoire de la SCET-Coop à Lyon et à Bondy pour les déterminations des minéraux argileux.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Deux années entières pour exécuter la carte pédologique

Un rapport préliminaire de 272 pages est publié en 1963. L'ensemble des rapports sur la mise en valeur du bassin du Jaguaribe le sera en 1965 (Cf. le dossier traitant de l'hydrologie).

A la fin de la campagne, fin 1964, les résultats obtenus furent présentés à la SUDENE par le directeur du groupe dans une réunion à laquelle avait été convié un certain nombre d'invités extérieurs.

La section de pédologie remit, ce jour-là, un rapport sur les sols du Val Jaguaribe avec une cartographie à 1/250 000 en 13 feuilles avec une planche légende.

L'ORSTOM devait éditer ensuite deux publications :

- Équipe pédologique Franco-Brésilienne, 1965 - Caractéristiques et classification des principaux sols du Val Jaguaribe (État du Ceará-Brésil). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. III, fasc. 1, pp. 3-20.
- GUICHARD (E), 1970 - Les sols du bassin du rio Jaguaribe (Brésil). *Mém. ORSTOM, sér. Pédol.*, n.° 40, 146 p., 8 fig., 1 cart. 1/1 000 000.

Les deux réflexions novatrices à l'époque ont consisté en :

- la prise de conscience 1) de la polygénie (parfois dans le même profil) et de la polyphasie des sols coexistants sur le même territoire : sols ferrallitiques issus d'une pédogenèse ancienne et vertisols subactuels à actuels ; sols fersiallitiques, parfois vertiques dans le bas du profil ; 2) de la rareté des cuirasses ferrugineuses alors qu'elles sont omniprésentes en Afrique et le fait qu'elles sont considérées au Brésil comme un niveau géologique et non comme un horizon pédologique ;
- la représentation cartographique du document sous la forme d'une carte des paysages, à l'instar du CSIRO australien, en prenant comme critère de différenciation des unités cartographiques le modelé et/ou la roche géologique, parfois le sol, et en les organisant dans une optique d'utilisation agrologique. La légende, plutôt que d'aligner les sols dans l'ordre de la classification des sols, se présente alors sous forme de tableau où s'inscrivent pour chaque unité cartographique les caractéristiques des facteurs d'environnement et les caractéristiques agrologiques en mettant l'accent soit sur les paramètres du profil, soit sur les exigences en eau, soit sur les caractères agrologiques.

COOPÉRATION

Les difficultés de l'apprentissage de deux équipes

Malgré les efforts des uns et des autres, de l'aveu même du responsable français, la formation a été à son sens le point faible de notre action dans le Nordeste. Honnêtement, il avance pour expliquer cela, plusieurs raisons qui interpellent aussi bien les Français que les Brésiliens :

- le manque de tradition de l'ORSTOM dans le domaine de la formation, peu pratiquée en Afrique, et la hiérarchie elle-même qui poussait avant tout l'équipe française sur le terrain vers la réalisation des études techniques ;
- le problème de la langue, mal dominée faute d'un apprentissage correct, dans la hâte de la réalisation des travaux de terrain
- le bagage scientifique, plus que technique, insuffisant de certains des partenaires à qui, sans enseignement préalable, on demandait brusquement des connaissances théoriques solides en géologie, géomorphologie, botanique, physique et chimie... Bons techniciens, les pédologues partenaires manquaient de l'esprit de recherche, car en dehors de la description du profil et de la méthodologie des analyses, bien codifiées et exécutées, mais qu'il était difficile d'exploiter pour la fertilité des sols, bien des points faibles étaient perceptibles dans le domaine des connaissances théoriques, lacunes qu'il n'était pas facile de combler dans les conditions du moment ;
- les problèmes de classification des sols qui étaient lancinants. La classification française non encore publiée (elle le sera en 1967) reposait déjà sur un certain nombre de bases sûres, en particulier en ce qui concernait les sols tropicaux. L'Amérique du Sud n'était pas l'Afrique, et dans le domaine scientifique l'influence américaine y était prépondérante. L'USDA venait en 1960 de publier la VII^e approximation de la classification américaine des sols qui devenait, après le *Soil Survey Manual*, la nouvelle bible des pédologues brésiliens confirmés du sud du pays en majorité formés aux USA. Les pédologues débutants du groupe, confrontés aux nombreux problèmes d'une science étudiée sous l'angle nouveau morphogénétique par les Français, dans un langage qu'ils ne connaissaient pas, qui faisait appel à des connaissances qu'ils n'avaient pas, pressés par le temps à consacrer aux activités de terrain, n'étaient pas dans de bonnes conditions pour recevoir une formation correcte. La formation acquise le fut «sur le tas» et par des stages ultérieurs en France (cas de C.A. de OLIVEIRA qui a passé un an à la SCET-Coop à Lyon et de J.B. SOARES qui a effectué un stage à l'ORSTOM à Bondy et à Paris après 1964).

On verra que dans un contexte différent, et dans de meilleures conditions, cette formation à la recherche par la recherche et l'enseignement dans le même domaine de la pédologie, fut autrement mieux réussie à Salvador de Bahia à partir de 1971.

Cette mission du GEVJ fut le point de départ de la coopération et la première intervention d'envergure de l'ORSTOM avec le Brésil. Il y a de cela plus de trente ans... Il faudra attendre 1971, soit sept années, pour que l'Institut revienne travailler de façon durable dans ce pays.

PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM/USP ET ORSTOM/CNPq ÉTUDES DES SOLS FERRALLITIQUES BRÉSILIENS ET DE LEURS PROCESSUS GÉNÉTIQUES

Localisation

Institut de géosciences de l'université de São Paulo (IG-USP)

Chercheur français responsable

Boris VOLKOFF, puis Armand CHAUVEL, pédologues

Autres membres permanents de l'équipe ORSTOM

Jean DELVIGNE, géologue ; Sylvain LOCATI, chimiste

Responsable brésilien du projet

A.J. MELFI, professeur, IG/USP

Durée

1976-1984

HISTORIQUE

Comme bien des chercheurs de l'ORSTOM qui ont travaillé à l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo, Armand CHAUVEL a été attiré par l'intérêt que représentait l'étude des sols brésiliens après sa thèse sur les sols africains. Durant l'élaboration de cette thèse au laboratoire des sols de l'INRA à Versailles sous la direction de Georges PEDRO, il fait la connaissance de Adolfo José MELFI, responsable du Département de géologie générale de l'Institut de géosciences de l'université de São Paulo, qui fait un séjour de post-doctorat de plus d'un an dans ce même laboratoire, sous l'orientation de G. PEDRO. Un projet d'étude des sols ferrallitiques brésiliens prend corps, est accepté par les deux parties et est intégré dans la convention directe qui avait été signée en 1974 entre l'ORSTOM et l'USP pour la réalisation de recherches sur le Quaternaire, qui incluait les études relatives à la formation des sols. A. CHAUVEL arrive à São Paulo en octobre 1976.

B. VOLKOFF, pour sa part, est à cette époque coordinateur du programme d'enseignement et de recherches en pédologie et géologie à l'Institut de géosciences de l'UFBA à Salvador de Bahia depuis 1972. A la demande du professeur A.J. MELFI, avec qui il a eu de nombreux contacts au Brésil durant ces quatre années, il accepte de travailler au nouveau projet établi sur les sols ferrallitiques du Brésil, et est affecté à São Paulo en 1976.

Ce projet sera inclus dans l'accord général CNPq/ORSTOM en janvier 1981. Il se terminera en 1984, au départ de A. CHAUVEL pour Poitiers, puis Manaus en 1987, mais sera relayé ensuite par le projet « **Géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées** » et par le volet pédologie du grand programme « **BICOL** » commencé en 1992.

JUSTIFICATIFS ET OBJECTIFS

Les latosols, sols les plus représentatifs du Brésil

Les sols ferrallitiques ou latosols couvrent une grande partie du Brésil depuis les zones équatoriales de l'Amazonie, jusqu'aux zones sub-tropicales du Sud, en passant par le Nordeste semi-aride. Ils constituent les principaux sols agricoles du pays. Ils forment une couverture de structure complexe qui n'est ni continue, ni homogène. Les épaisses altérations à partir desquelles ils se développent masquent les relations avec les roches-mères. En dehors de quelques situations très localisées où des études précises ont été entreprises, on sait peu de choses sur leur genèse.

Le programme a donc pour objet l'étude de ces sols. Il est proposé de répertorier les grands ensembles de sols ferrallitiques, et, s'appuyant sur les connaissances actuelles des mécanismes de ferrallitisation, de tenter d'expliquer leur origine et de mettre en évidence leur dynamique actuelle.

Il s'agit plus précisément de délimiter la couverture pédologique ferrallitique, de comparer leurs sols dans différentes zones bioclimatiques du Brésil, notamment aux marges des régions de climat sec du Nordeste et des régions de climat tempéré du Brésil subtropical, afin de préciser le concept latosol.

PRINCIPALES ACTIVITÉS

Le programme comporte quatre opérations de recherches :

- la première opération « **Distribution et différenciation régionales des ferrallites** » a pour objet l'étude des sols ferrallitiques du Brésil considérés dans leur ensemble. L'équipe comprend B. VOLKOFF, G. PEDRO et A.J. MELFI ;
- la seconde opération est intitulée « **Géochimie des sols ferrallitiques sous climat sub-tropical** » et a pour but d'étudier la genèse des sols lessivés et l'évolution superficielle des sols ferrallitiques en milieu subtropical comparées à celles des régions tropicales. Cette opération est menée par B. VOLKOFF en collaboration avec M. ROBERT, chercheur INRA et A. CARVALHO, professeur à l' USP ;
- la troisième opération « **Évolution actuelle des sols ferrallitiques développés sur les sédiments tertiaires : évolution comparée en zone sèche et en zone équatoriale humide** » a pour but de montrer que sous climat semi-aride, les sols ferrallitiques subissent un appauvrissement diffus en argile qui est redistribuée en profondeur. En Amazonie, les transformations minéralogiques et structurales sont étudiées par A. CHAUVEL en collaboration avec l'INPA et les chercheurs du Centre de Cayenne (R. BOULET, Y. LUCAS). Les partenaires de l'équipe sont J.J. de OLIVEIRA et L.P. RIBEIRO, tous deux enseignants de l'UFBA ;
- la quatrième opération est intitulée « **Développement des processus de ferrallitisation sur les basaltes de la nappe du Paraná, région de Riberão Preto, SP** ». Elle implique A. CHAUVEL et trois professeurs de l'USP, N. GONCALVES, A. CARVALHO, et A.J. MELFI.

PARTENARIAT ET FORMATION

Les activités concernent les recherches fondamentales des quatre opérations précédentes menées dans le cadre de la post-graduation de l'Institut de géosciences de l'USP, en équipe avec des chercheurs professeurs brésiliens et surtout des étudiants préparant leur thèse. Un appui a été donné au développement des travaux d'analyses et de micromorphologie au laboratoire.

Enseignement

Outre les recherches, les activités ont comporté une partie d'enseignement (cours spécialisés en post-graduation) :

- « les sols du Brésil » (B. VOLKOFF, post-graduation de l'USP) ;
- « l'analyse microscopique des altérations et des sols » (post-graduation, en collaboration avec J. DELVIGNE), rédaction d'un cours polycopié de 300 pages.

Encadrement et orientation de thèses de doctorat

Par B. VOLKOFF

- **Carlos C. CERRI** : « Alteração e pedogênese em áreas graníticas situadas sob diferentes condições bioclimáticas encontradas no Brasil ». Orientation A.J. MELFI, thèse soutenue à l'USP en 1979.
- **Lucedino P. RIBEIRO** : « Estudos dos solos vermelho-escuros na região de Jequié. Introdução à pedogênese ». FFCL, USP, orientation J. QUEIROZ NETO, thèse soutenue en 1981.
- **Fernando BARRETO R. e SILVA** : « Os cambissolos da porção central da província estrutural da Mantiqueira e suas relações com os latossolos : alteração e pedogênese ». Orientation A.J. MELFI, thèse soutenue à l'USP en 1979.

Par A. CHAUVEL

- **Neide Maria M. GONCALVES** : « Altération et pédogenèse sur les basaltes de la région de Riberão Preto »

Stagiaires envoyés en France

- **Nadia NASCIMENTO** (trois mois à Bondy/téledétection) ;
- **Ahila de V. MIKLOS** (DEA, Poitiers, 1985-1986).

Personnels formés sur place

Personnels des laboratoires de pédologie, minéralogie et géochimie (B. VOLKOFF, A. CHAUVEL et J. DELVIGNE conjointement avec J.J. TRESCASES).

Activités de laboratoire

Les membres de l'équipe ORSTOM présents à l'USP participent au fonctionnement des laboratoires d'analyse des roches et des sols partiellement rattachés aux programmes de recherche communs. Il s'agit :

- du laboratoire d'analyses chimiques (S. LOCATI, technicien chimiste ORSTOM) ;
- du laboratoire d'analyses minéralogiques : préparation diffractométriques par RX, analyses thermiques (B. VOLKOFF) ;
- du laboratoire de préparation de plaques minces (A. CHAUVEL et J. DELVIGNE).

Relations avec les autres universités et organismes

- Institut de philosophie, lettres et sciences humaines de l'USP (Pr J.L. QUEIROZ NETO, formé en pédologie à l'ORSTOM) ;
- École supérieure d'agronomie Luiz de QUEIROZ (A. CHAUVEL, B. VOLKOFF) ;
- Institut de recherches technologiques de l'État de São Paulo, IPT (A. CHAUVEL) ;
- Faculté des sciences et lettres de Ribeirão Preto (A. CHAUVEL) ;
- Centre d'énergie nucléaire pour l'agriculture (CENA), Piracicaba (B. VOLKOFF) ;
- Institut de géosciences de l'UFBA, Salvador (A. CHAUVEL, J.J. TRESCASES ; B. VOLKOFF) ;
- Institut agronomique de Campinas (A. CHAUVEL, B. VOLKOFF) ;
- SNLCS/EMBRAPA de Rio de Janeiro (B. VOLKOFF) ;
- INPA de Manaus (A. CHAUVEL).

Relations avec les organismes ou Instituts français

- Universités de Paris Sud Orsay, de Paris VII (A. CHAUVEL, B ; J. DELVIGNE) ;
- université Louis Pasteur de Strasbourg (A. CHAUVEL) ;
- université de Nice (J. DELVIGNE) ;
- université de Poitiers (A. CHAUVEL, F. SOUBIÈS) ;
- INRA, laboratoire des sols ; CVRS (A. CHAUVEL, B. VOLKOFF).

Relations avec les organismes ou Instituts étrangers

- INQUA (A. CHAUVEL, B. VOLKOFF) ;
- ISSS (J. DELVIGNE) ;
- OEA (A. CHAUVEL).

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Les résultats généraux des quatre opérations se rapportent à la description des spécificités régionales des couvertures de sols. Ils conduisent à une géographie des sols ferrallitiques du Brésil, à une interprétation paléoclimatique des conditions de leurs mises en place et de leurs différenciations, à une étude de leur comportement actuel basée sur l'analyse des relations sol-végétation au travers de leurs matières humiques.

Les travaux ont fourni un certain nombre de résultats fondamentaux concernant la formation, la stabilité et les propriétés des constituants (argiles, oxydes, matières humiques) des sols ferrallitiques.

On sait mieux aujourd'hui ce que sont les sols ferrallitiques du Brésil. Ceux d'Amazonie, du plateau central, du Nordeste, du Sud et du Sudeste ont été respectivement caractérisés. Des progrès importants ont été faits en ce qui concerne la connaissance de leurs constituants organiques, celle de leurs constituants minéraux et l'organisation de leurs constituants. Il a été montré et analysé les effets d'une dynamique actuelle très active des sols ferrallitiques en Amazonie alors que dans le Nordeste l'existence d'un déséquilibre pédobioclimatique a été constatée.

La synthèse cartographique à petite échelle entreprise par B. VOLKOFF permet le choix d'emplacements judicieux pour des études plus détaillées portant sur l'organisation et sur le fonctionnement de « systèmes bio-géo-dynamiques ». Une collaboration active de B. VOLKOFF

à des études sur la caractérisation des humus tropicaux est développée dès 1976 avec le département des sols de l'École supérieure agronomique Luiz de Queiroz (ESALQ) et le laboratoire de chimie des sols du CENA à Piracicaba. Elle donnera lieu, en 1983 à la formulation d'un projet ORSTOM/CNPq sur la matière organique des sols dont le coordinateur brésilien sera C.C. CERRI et le coordinateur français B. VOLKOFF. Ce projet est traité par ailleurs.

En ce qui concerne les travaux de géotechnie menés plus particulièrement par A. CHAUVEL, des études expérimentales sont entreprises sur la stabilisation par la chaux des matériaux argileux ferrallitiques (cf. publications). Les résultats obtenus mettent en évidence l'économie que l'on peut attendre de ces procédés (environ 40 % du coût total) et la très bonne résistance des ouvrages ainsi réalisés. Deux routes expérimentales ont été construites en 1983.

Les obstacles à la divulgation de ces techniques tiennent principalement aux difficultés qu'éprouvent les ingénieurs à s'adapter à la diversité des matériaux pédologiques. Les participations et communications aux congrès et symposiums spécifiques contribuent à les sensibiliser à cet aspect.

Les recherches menées sur l'influence de la déforestation sur l'évolution des sols d'Amazonie ont été largement exposées dans le dossier détaillé qui traite du projet ORSTOM/CNPq « **Étude des modifications écologiques liées à l'aménagement agro-sylvicole de la forêt** » développé avec l'INPA de Manaus et auquel A. CHAUVEL a largement participé.

CONCLUSION

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Un travail très important a été réalisé dans le cadre de ce projet entre 1976 et 1982. L'évolution des latosols sous différents climats allant du très humide au semi-aride a été analysée sous ses aspects morphologiques et micromorphologiques. Les connaissances ainsi acquises sur les latosols doivent maintenant être utilisées en associant aux études morphologiques celles de la dynamique des solutions, en particulier dans la région Nordeste. Par ailleurs les travaux réalisés en Amazonie ont conduit à entreprendre l'analyse structurale de la couverture ferrallitique sur sédiments tertiaires en collaboration avec l'Institut national de recherches amazoniennes de Manaus et le Centre ORSTOM de Cayenne.

Ce programme, réalisé au sein d'un laboratoire spécialisé dans les problèmes d'évolution supergène du manteau d'altération qui bénéficie de l'infrastructure matérielle et humaine de la plus grande université sud-américaine, offre aux pédologues qui y travaillent la possibilité d'aborder ces études d'un point de vue très élargi. Le cadre géographique de tout le Brésil, par sa taille et sa diversité, facilite les comparaisons et les corrélations. L'intérêt pratique du programme résulte de l'ampleur de la politique de mise en valeur du Brésil où l'on assiste dans les années 1980, grâce à la mise en œuvre de moyens considérables, à une rapide colonisation des terres nouvelles et à une intensification de l'agriculture dans les zones déjà cultivées. La plupart des sols concernés sont des latosols. Leur meilleure connaissance facilitera leur utilisation rationnelle.

Mais il reste beaucoup à faire car la compréhension de la couverture ferrallitique du Brésil nécessite encore de nombreuses recherches. C'est pourquoi, dès la fin de ce projet il a été prévu, sur la base des résultats déjà obtenus et profitant de l'accueil favorable offert par l'université de São Paulo, de continuer les études sur la pédogenèse ferrallitique en relançant des

opérations nouvelles. Ces opérations vont permettre l'arrivée de nouveaux pédologues permanents qui, basés jusque là hors du Brésil, en Guyane en particulier, travaillaient au Brésil sous forme de mission chaque année (R. BOULET, Y. LUCAS). Les projets « **Géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées** » et le volet pédologie du grand programme « **BICOL, bio-écologie de couvertures latéritiques** » vont succéder au projet d'études sur les latosols et se poursuivent encore avec profit en 1993.

Les chercheurs de l'ORSTOM ont pris une part importante à l'enseignement, ayant en charge jusqu'à trois cours de post-graduation. Ces cours, dans tous les cas appuyés sur une réelle expérience brésilienne, ont facilité l'intégration des chercheurs français dans le milieu universitaire local et ont été l'occasion d'une ample divulgation des résultats des recherches.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Travaux de B. VOLKOFF

- MELFI, A.J. ; PEDRO, G. ; VOLKOFF, B. 1978. Cartografia pedogeoquímica das coberturas pedológicas do Brasil. In : Col. Estudo e Cartografia de formações superficiais e suas aplicações em regiões tropicais. São Paulo, 1978, vol. I, pp. 335-359.
- VOLKOFF, B. ; MELFI, A.J. 1978. Evolution des micas en régions équatoriales : problèmes de la présence des smectites dans les sols ferrallitiques fortement désaturés de l'Amazonie brésilienne. C.R. Ac. Sc., Paris, sér. D, t. 286, 20 mars 1978, pp. 827-840.
- VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1978. Quelques propriétés de l'humus d'un sol ferrallitique humifère sur granite du Paraná (Brésil). *Sciences du sol*, n° 4, pp. 269-280.
- MELFI, A.J. ; PEDRO, G. ; VOLKOFF, B. 1979. Natureza e distribuição dos compostos ferri-feros nos solos do Brasil. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, vol. III (1) : 47-54.
- VOLKOFF, B. ; MELFI, A.J. ; CERRI, C.C. 1980. Les sols sur roches cristallines formés sous climat subtropical au Brésil. *Cah. ORSTOM, Sér. pédol.*, vol. XVII (3) : 173-181.
- VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1980. Comparação de humus de um solonchak, um rendzina e um solo litólico da região semi-árida do Rio Grande do Norte. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, vol. 4 (1) : 49-59.
- VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1981. Humus em solos da floresta amazônica na região do rio Madeira. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, vol. V (1) : 15-21.
- MODENESI, M.C. ; MATSUI, E. ; VOLKOFF, B. 1982. Relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ nos horizontes húmiferos superficiais e nos horizontes escuros profundos dos solos de campo e mata da região de Campos de Jordão, Estado de São Paulo. In : Colóquio regional sobre matéria orgânica do solo, CENA, Piracicaba, SP, Brasil, 1982, *Anais*, pp. 155-160.
- Les sols du plateau de Campos de Jordão, sous végétation naturelle de pelouse d'altitude ou de forêt, possèdent fréquemment des horizons humifères foncés profonds, le plus souvent interprétés comme des niveaux organiques enterrés par des colluvions. L'objectif de ce travail est de vérifier si, à travers l'étude de la composition isotopique du carbone de la matière organique des horizons superficiels et des horizons foncés profonds, il est possible de définir la tendance de l'extension de la végétation du plateau. La concentration isotopique ^{13}C des horizons superficiels varie avec la couverture végétale et est différente sous pelouse et sous forêt. Des hypothèses sont émises sur l'origine du carbone des horizons profonds des sols et sur l'évolution de la végétation.*

- VOLKOFF, B. ; MATSUI, E. ; CERRI, C.C. 1982. Discriminação isotópica do carbono nos humus de latossolo e podzol da região amazônica do Brasil. In : Coloquio regional sobre matéria orgânica do solo, CENA, Piracicaba, SP, Brésil, Anais, pp. 147-153.
Les variations de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$) et de la composition de l'humus de deux profils de podzols et de trois profils de latosols de la région de Manaus sont étudiées et discutées. Les proportions relatives des fractions humiques obtenues par une méthode de dissolution sélective servent à caractériser l'humus.
- VOLKOFF, B. 1983. Iron constituents of the latosolic cover in Northeast Brazil. In : Lateritization Processes, Melfi and Carvalho ed., University of São Paulo, Brasil, 1983, pp. 527-540.
- VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. ; MELFI, A.J. 1984. Humus e mineralogia dos horizontes superiores de três solos de campo de altitude dos Estados de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. *Rev. Bras. de Ciências do Solo*, vol. VIII : 277-283.
- VOLKOFF, B. 1985 Organisations régionales de la couverture pédologique du Brésil. Chronologie des différenciations. *Cah. ORSTOM, Sér. pédol.*, 21(4) : 225-236, 1984-1985.
Les facteurs du milieu naturel, relief, géologie, climat, végétation, permettent de diviser le Brésil en 4 grandes régions. Dans chacune d'entre elles, des domaines distincts peuvent être caractérisés par des types pédologiques particuliers (latosols, sols latéritiques, sols ferrallitiques, cambisols). Les domaines à latosols se rattachent à deux surfaces d'aplanissement emboîtées à des couvertures pédologiques anciennes. Ils s'opposent aux autres domaines qui correspondent à un modelé jeune à couverture pédologique récente. Toutes ces unités s'organisent en ensembles géographiques plus vastes dont les limites se superposent à celles des grandes régions naturelles elles-mêmes.
- VOLKOFF, B., CERRI, C.C. 1987. Carbon isotopic fractionation in subtropical brazilian grassland soils. Comparison with tropical forest soils. *Plant and Soil*, 102 : 27-31.
- VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1988. L'humus des sols du Brésil. Nature et relations avec l'environnement. *Cah. ORSTOM, Sér. pédol.*, 24 (2) : 83-95.
- CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. 1988. Matéria orgânica de alguns solos dos campos inundáveis da Ilha de Marajó. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, 12 : 93-100.
- VOLKOFF, B. ; POLO, A. ; CERRI, C.C. 1988. Caractéristiques biochimiques des acides humiques des sols tropicaux du Brésil. Distinction fondamentale entre les sols équatoriaux et les sols des régions à climat tropical contrasté. *C.R. Ac. Sc., Paris*, t. 307, Sér. II, pp. 95-100.
- VOLKOFF, B. ; MELFI, A.J. ; CERRI, C.C. 1989. Solos podzólicos e Cambissolos eutróficos do Alto Rio Purus, Estado do Acre. *Rev. bras. de Ciência do Solo*, 13 : 363-372.
Une étude comparative entre un cambisol podzologique, un sol podzologique cambique et un sol podzologique rouge-jaune développé à partir d'un matériau argileux riche en smectites de haute charge associés à des illites et un peu de kaolinite a été réalisée dans la région du Haut Purus, Etat de l'Acre. Une relation génétique par différenciation minéralogique est mise en évidence entre ces sols. Apparemment l'humus n'intervient pas dans les transformations minéralogiques.

Travaux de A. CHAUVEL

- PEDRO, G. ; CHAUVEL, A. ; MELFI, A. 1976. Recherches sur la constitution et la genèse des « Terra roxa estruturada » du Brésil. *Ann. Agron.*, 27 (3) : 265-294.
La pédogenèse ferrallitique nécessite deux sortes de phénomènes : l'altération des minéraux primaires avec néoformation de constituants secondaires alumineux et aluminosiliciques (altéroplassation) et l'évolution pédoplasmiqque consécutive à l'évolution secondaire des hydrates ferri-fères et du complexe d'échange.
- CHAUVEL, A. 1979. Micromorfologia, complexo sortivo e mineralogia de alguns latossolos da região de Manaus, em relação com sua dinâmica. *Congr. Bras. Ciências do Solo, Manaus, resumo* 222.

MALUSA GONCALVES, N.N. ; MELFI, A.J. ; CHAUVEL, A. 1979. Relações entre solos e elementos morfo estruturais da paisagem na área basáltica de Riberão Preto. Congr. Bras. Ciências do Solo, Manaus, resumo 229.

Distribution à l'échelle des paysages des différents types de sols développés sur basaltes dans la région de Riberão Preto.

CHAUVEL, A. ; NOBREGA, M.T. 1980. Comportamento dos solos argilosos desenvolvidos sobre basaltos do Brasil meridional após tratamento com cal. IV Reunião aberta da indústria de cal. Boll. Ass. Bras. Prod. Cal, n° 12, pp. 124-172.

Présentation des résultats d'une étude expérimentale sur la stabilisation des matériaux argileux ferrallitiques par addition de chaux : aspects technologiques, géochimiques, minéralogiques et microstructuraux.

CHAUVEL, A. 1981. Contribuição para o estudo da evolução dos latossolos amarelos, distróficos, argilosos na borda do platô, na região de Manaus : mecanismos da gibbsitização. Acta Amazonia 11 (2) : 227-245.

Cette première publication sur l'Amazonie porte sur le type de sols le plus représentatif de la région nord de Manaus, qui occupe les bas plateaux. Elle insiste plus particulièrement sur leurs caractéristiques morphologiques et sur leur composition chimique et minéralogique. L'interprétation de ces données attribue un rôle déterminant à la circulation de l'eau et à l'activité de la faune et de la flore.

CARVALHO, A. ; CHAUVEL, A. ; GONCALVES, N.N.M. 1982. Alteration of basalt and formation of kaolinitic and gibbsitic material in the region of Ribeirão Preto (SP), Brazil. In : "Lateritisation Processes". A.J. MELFI and A. CARVALHO edit. Proceed. of the II Int. Sem. on Lat. Proc., São Paulo, pp. 507-526.

Formés à partir de la matrice d'origine sédimentaire et des accumulations secondaires de kaolinite néoformée à la base du profil (10 à 15 m de profondeur), les nodules ferrugineux et gibbsitiques contribuent, plus haut (2,5 m de profondeur) à la formation de l'horizon B₂ ferrallitique argileux.

CHAUVEL, A. ; NOBREGA, M.T. ; TESSIER, D. 1983. Contribution of microscopy to study of the behaviour of latosol compacted with or without lime addition. Proceed. of the VII Intern. Meeting on Soil Micromorphology. In : "Soil micromorphology", P. BULLOCK and C.P. MURPHY edit., AB Academic Publ., UK, pp. 237-243.

La compactation à l'état humide appliquée au matériau ferrallitique, détruit les microstructures mais conserve les constituants minéraux. Lorsque ce traitement est appliqué après addition de 5 % de chaux, il se produit une « fossilisation » des structures d'origine pédologique en même temps qu'une attaque partielle des constituants minéraux et qu'une néoformation d'aluminosilicates de calcium.

CHAUVEL, A. SOUBIÈS, F. ; MELFI, A.J. 1983. Ferrallitic soils from Brazil : formation and evolution of structure. Sci. Géol., 72 : 37-46.

RODRIGUES e SILVA, F.B. ; CHAUVEL, A. ; MEDEIROS, L.A.R. 1983. Mineralogia e micro-morfologia de dois solos da Chapada do Apodi (Rio Grande do Norte). XIX Congr. Bras. Ciência do Solo, Curitiba, resumo 26.

La communication traite de la transition des sols cambisols-latosols développés sur matériaux calcaires.

LUCAS, Y. ; CHAUVEL, A. ; BOULET, R. ; RANZANI, G. ; SCATOLINI, F. 1984. Transição latossolo-podzóis na região de Manaus, Amazônia. R. Bras. Ci. Solo, 8 : 325-335.

L'article expose les résultats d'une étude morpho-analytique de la transition latossol-podzol en Amazonie centrale. Sur des sédiments continentaux détritiques (formation Barreiras), s'observe un paysage de bas plateaux reliés aux fonds des vallées par des superficies intermédiaires. Les latossols jaunes argileux occupent les plateaux tandis que toutes les transitions entre latossols et podzols sableux sont observées sur les superficies intermédiaires. L'ensemble des données met en évidence une relation étroite entre les processus de pédogénèse et de morphogénèse qui interviennent dans le paysage.

PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM/UFCE

PROJET DE CARACTÉRISATION DES SOLS ET ÉTUDES DE LEUR RÉGIME HYDRIQUE

Localisation

Départements de génie rural et d'économie rurale et Laboratoire des sols du centre de sciences agraires (CCA) de l'Université fédérale du Ceará (UFCE), Fortaleza, Ceará

Chercheur ORSTOM

Pierre AUDRY, pédologue

Partenaire responsable

SILVA, Z.R., professeur du CCA

Durée du projet

de 1978 à 1981

HISTORIQUE

Mise en place de la convention

La coopération avec l'université fédérale du Ceará a commencé en 1974 avec un petit programme d'enseignement d'hydrologie. En 1976, un chercheur est affecté à plein temps à un projet complémentaire de recherches dans le domaine des ressources en eau. Après un an de négociations, une convention générale de type SUBIN (supervisée par le Secrétariat de coopération économique et technique internationale brésilien) est signée avec le recteur de l'université, le professeur Pedro Teixeira BARROSO pour la réalisation de programmes communs de recherches et d'enseignement dans les domaines des sciences de la terre et des sciences agronomiques. Des actions d'enseignement et de formation appliquées aux domaines des recherches sont incluses, mais il est convenu qu'elles restent d'importance limitée en regard du développement des recherches, jugées prioritaires. P. AUDRY, pédologue de l'ORSTOM, arrive à Fortaleza en 1978 alors que G. HIEZ, hydrologue de l'ORSTOM et chef de la mission est déjà sur place.

OBJECTIF INITIAL

L'objectif général est la caractérisation des sols et l'étude de leur régime hydrique.

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS ET RÉSULTATS OBTENUS

Malgré des difficultés de travail dues à la disponibilité des données de pluie en nombre et en qualité suffisante, données qui n'existent qu'à la SUDENE, et à l'absence de données concernant l'évaporation potentielle, les besoins spécifiques en eau des plantes et le comportement hydrique des sols, P. AUDRY participe à plusieurs travaux du Département des sols du Centre de sciences agraires de l'UFCE.

Ces travaux entrent plus particulièrement dans les domaines suivants :

- sols salins des périmètres irrigués et quantification morphologique des bassins de drainage ;
- développement d'une recherche sur l'évaluation quantitative de la sécheresse du NE. Elaboration d'un modèle simple du bilan hydrique, permettant de réaliser des simulations sur des longues chroniques pluviométriques, en fonction des facteurs pluie, plante et sol. Soumis à une analyse statistique détaillée, ces résultats de simulation permettent de déboucher sur une évaluation de la sécheresse et de la probabilité de succès pluriannuel d'une culture déterminée.

Ces travaux font l'objet de publications (voir références bibliographiques).

PARTENARIAT ET FORMATION

Stagiaires brésiliens envoyés en France

Luciano de PAIVA a été accueilli au Laboratoire du Pr. FONTES pour y préparer une thèse.

Ronaldo Coelho SILVA a effectué un stage de courte durée à l'ORSTOM, en juin 1981 dans le domaine de la conservation des sols.

Enseignement dispensé

Cours sur le bilan hydrique et la production végétale à l'UFCE.

BILAN

Une opération de coopération assez mal montée

Après trois années passées à l'UFCE dans des conditions de travail et de partenariat difficiles (les partenaires ont reconnu avoir laissé les chercheurs français de l'équipe seuls et ont regretté qu'aucun professeur de l'UFCE n'ait intégré leurs travaux), l'ORSTOM décide, un an avant l'échéance officielle de la convention, d'affecter P. AUDRY à l'UFBa de Salvador. La plupart des thèmes prioritaires inscrits au projet et comportant des actions de terrain n'ont pas

connu le moindre début d'exécution. C'est, à l'évidence un exemple d'opération de coopération mal montée qui s'achève en 1981 pour P. AUDRY et que G. HIEZ clôturera en mars 1982.

Malgré ce constat d'échec, un travail utile concernant les lignes de recherche intéressantes offertes par l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique a été accompli (cf. les travaux publiés).

PUBLICATIONS

- LIMA, F.A.M. ; AUDRY, P. ; MOREIRA, E.G.S. ; LIMA, F.N.M. 1980. Morfometria de uma população de bacias hidrográficas de terceira ordem sobre a carta SB-24-VD-VI (Várzea do Boi, Ce, Brasil, escala de 1 : 100.000). *Bol. Cear. Agron.*, 21 : 1 ; 76, pp. 33-44.
- LIMA, F.A.M. ; AUDRY, P. ; HIEZ, G. ; LIMA, F.N.M. 1981. Morfometria em bacias hidrográficas de terceira ordem na quadricula 962 (Várzea do Boi, Ce). *Bol. Cear. Agron.*
- AUDRY, P. ; SILVA, Z.R. 1981. Modelo agropedoclimatológico de avaliação freqüencial das potencialidades agrícolas em regiões secas. II Congr. Bras. de Agromet., Pelotas, *Anais da Soc. Bras. de Agrometeorologia*, p. 21-25.
- FERREIRA, F.F.H. ; COELHO, M.A. ; AUDRY, P. 1982. Relações entre características químicas de solos aluviais do Estado do Ceará. XV Reunião Bras. de Fertilidade do Solo (Campinas). Soc. Bras. de Ciência do Solo e Inst. Agron. de Campinas, *Anais*, n° 76, p. 27.

PÉDOLOGIE

CONVENTION ORSTOM/SUDENE

ÉTUDES DE LA CONSERVATION ET DE LA GESTION DES SOLS DE LA RÉGION DU NORDESTE BRÉSILIEN

Localisation

Division des ressources renouvelables du département des ressources naturelles
de la Surintendance de développement du Nordeste
(DRR/DRN/SUDENE), Recife, Pernambuco

Chercheur ORSTOM responsable

Jean-Claude LEPRUN, pédologue

Responsable brésilien du projet

Isaias Vasconcelos de ANDRADE, chef de la Division
des ressources renouvelables de la SUDENE

Equipe brésilienne

José Maria GOMES, pédologue et, *pro parte*, Valdir de Araujo BELTRÃO,
José Benito M. SAMPAIO, pédologues de la SUDENE

Durée du projet

de janvier 1980 à décembre 1983

HISTORIQUE

Le retour de la pédologie ORSTOM à la SUDENE vingt ans après l'opération GEVJ

En octobre 1974, est rédigé le rapport de la mission française d'évaluation des études et de recherches en matière de ressources naturelles au nord-est du Brésil réalisée quelques semaines auparavant avec des responsables de la SUDENE, dont Isaias V. de ANDRADE qui a été un des coordinateurs de l'opération GEVJ avec l'ORSTOM en 1961. Cette mission comprend un certain nombre de chercheurs de l'ORSTOM (P. DUBREUIL, hydrologue ; P. SEGALIN, pédologue) et J.-C. DELWAULLE, du CTFT/GERDAT. En 1976, ce dernier rédige un rapport sur les actions possibles en matière de conservation des sols dans le Nordeste qui est remarquable par la perspicacité et la justesse de l'analyse du problème. Une seconde mission, en mai 1977, réalisée par des experts de la Délégation générale de la recherche scientifique et technique

française (DGRST) spécialisée dans la lutte contre l'aridité (Comité LAT) à laquelle se joint G. JACCON, hydrologue, responsable de la mission ORSTOM à la SUDENE, conclut son rapport de mission par des propositions de recherche qui, entre autres objectifs, privilégie la connaissance des réserves en eau du sol et des techniques capables d'améliorer ces réserves.

Une convention existant déjà dans le domaine de l'hydrologie entre l'ORSTOM et la SUDENE, il est alors décidé, en 1979, de commun accord entre les deux parties, d'établir une convention particulière du même type à une opération conservation des sols.

J.-C. LEPRUN, pédologue qui a travaillé douze années en Afrique sèche et qui vient de soutenir sa thèse de doctorat d'État est pressenti et arrive à Recife début janvier 1980.

LES OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les deux étapes de la convention

Le programme intitulé « **Etude de la conservation et de la gestion des sols du Nordeste brésilien** » s'est déroulé en deux étapes successives, l'une de janvier 1980 à décembre 1981, l'autre de janvier 1982 à décembre 1983. L'objectif principal de la première étape, tel qu'il figure dans la convention initiale, est d'aider à l'exécution des travaux de recherche sur la gestion et la conservation des sols en cours dans la région et proposer de nouvelles lignes de recherche en fonction du diagnostic établi.

Cet objectif comprend les actions suivantes :

- établir un diagnostic de la recherche sur la gestion et la conservation des sols de la région ;
- aider à l'exécution des recherches en cours ;
- établir de nouvelles lignes de recherche à partir de la connaissance des travaux en cours fondées sur le diagnostic établi ;
- développer des études visant à la détermination de l'érosivité des pluies du Nordeste (facteur R de l'équation « universelle » des pertes en sol de WISCHMEIER).

Les objectifs de la seconde étape sont les mêmes que les précédents mais tendent à intensifier les relations avec les universités et les organismes publics de manière à dynamiser la connaissance et le transfert de technologie dans le domaine de la conservation des sols et à établir des mesures et recommandations techniques adaptées au Nordeste.

PRINCIPALES ACTIVITÉS REALISÉES

Un grand nombre d'activités pédologiques et hydrologiques différentes

Dans le cadre de l'établissement du diagnostic de la situation de la recherche dans le domaine de la conservation des sols, il a tout d'abord fallu faire connaissance avec les sols de la région au cours de nombreuses tournées sur le terrain, et effectuer une revue complète de la bibliographie existante non seulement concernant les sols, mais en prenant en compte les facteurs écologiques et climatiques.

En ce qui concerne l'assistance prêtée à l'exécution des recherches en cours, des contacts ont tout d'abord été établis avec toutes les personnes travaillant en conservation des sols et des eaux dans les dix États constituant la zone d'intervention de la SUDENE, soit 1,5 millions de km². Un examen des rapports et publications existants et collectés est effectué. Une étroite et fructueuse collaboration s'établit avec l'équipe du projet ORSTOM/SUDENE d'étude des bassins versants représentatifs et expérimentaux, et en particulier avec E. CADIER. La prise en compte du facteur sol dans le bilan hydrologique est entreprise. Tous les bassins étudiés par la SUDENE, soit une quinzaine sont cartographiés dans l'optique de la caractérisation hydrodynamique des principaux sols. Le bassin expérimental de Sumé (Paraíba) est choisi en fonction de la nature et de la répartition des sols, équipé en parcelles et micro-bassins jumeaux de pertes en terre et en eau sous différentes couvertures végétales, traitements et pratiques culturales. Ce même bassin abritera les études menées plus tard dans le cadre d'une ATP-PIREN à financement français.

Le facteur R d'érosivité des pluies est étudié à l'aide de la bibliographie internationale existante et en utilisant les données des stations pluviographiques de la Banque de la division d'hydrométéorologie de la SUDENE que vient de monter tout récemment les hydrologues de l'ORSTOM. Les corrélations statistiques entre le facteur R et les données pluviographiques sont recherchées. Une étude de mesure du diamètre des gouttes de pluies responsables de l'érosion des sols par impact est menée dans quelques zones climatiques et les résultats comparés à ceux des pluies d'autres pays et climats. Des lames minces micromorphologiques d'horizons de surface de sols en différents états de dégradation, spécialement indurés artificiellement sont confectionnées et examinées. Les caractéristiques hydrodynamiques des grands groupes de sols du Nordeste sont étudiées et leurs relations avec certains paramètres de stabilité structurale (degré de floculation) établies. Corrélativement l'étude du facteur K de l'érodibilité des sols (susceptibilité des sols à l'érosion) et l'examen critique de l'ensemble des facteurs de l'équation de WISCHMEIER sont entrepris.

Enfin, une première tentative d'étude de la qualité des eaux superficielles du Nordeste est réalisée à partir de la collecte et du traitement informatique de 504 échantillons d'eaux de surface de différentes provenances, en particulier de petits réservoirs collinaires appelés « açudes » dont le nombre dépasse 70 000 dans le Nordeste.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Cette intense activité poursuivie durant près de quatre années donne lieu à plusieurs résultats intéressants dans plusieurs domaines :

RÉSULTATS OBTENUS AU COURS DE LA PREMIÈRE ÉTAPE

Érosivité des pluies du Nordeste

Après avoir, durant plusieurs mois collecté, corrigé, complété et homogénéisé les données de pluviographie et les données du facteur R obtenus par calcul informatisé à partir des données de quarante stations disséminées dans tout le Nordeste (banque de données de la SUDENE et programme de calcul de G. JACCON et G. COCHONNEAU) une première carte

de l'érosivité des pluies de la région est publiée. Elle est issue de la mise en évidence de corrélations étroites obtenues entre le facteur d'érosivité R moyen annuel et la pluviométrie P annuelle moyenne d'une période située entre 1967 et 1980. Les équations trouvées liant ces deux variables, au nombre de cinq, sont caractéristiques des différentes zones climatiques : zone humide du littoral ou de la Mata (près de 2 000 mm), zone intermédiaire dite de l'Agreste (de 900 à 1 500 mm) ; zone semi-aride du Sertão (moins de 800 mm) ; zone des « brejos » d'altitude à pluies orographiques et zone pré-amazonienne du Piauí et du Maranhão (1 500-2 500 mm). L'hypothèse émise est que s'il existe une relation statistique étroite entre R et P entre 1967 et 1980, cette relation est également valide entre la période 1912-1967 dont les données ont permis l'établissement de la carte des isohyètes du Nordeste à l'échelle de 1/2 500 000. Il suffit alors de calculer les valeurs de R correspondantes aux valeurs des isohyètes de chaque zone climatique grâce à l'équation trouvée pour obtenir la carte des iso-érosivités.

Il est ainsi possible de calculer, avec une bonne approximation, la valeur de l'érosivité des pluies d'un quelconque poste pluviométrique dont la moyenne est établie sur au moins dix ans.

Les valeurs de R obtenues en fonction de la pluviométrie ont permis de dresser la carte des érosivités des pluies du Nordeste. Six zones d'érosivité sont ainsi délimitées allant de 150 unités USA dans le Sertão à plus de 1 000 unités sur le littoral humide.

De la même manière, le facteur d'érosivité KE de HUDSON, mieux adapté aux pluies tropicales, est calculé et des corrélations avec le facteur R et la pluviométrie sont établies.

Une première évaluation du diamètre des gouttes de pluies de la zone littorale de la Mata et de la zone semi-aride du Sertão, déterminée par la méthode des agrégats de farine a été réalisée. Elle indique des diamètres et donc des énergies cinétiques plus élevées dans le Nordeste qu'en Afrique noire (Abidjan), mais moins élevées que dans les plaines centrales des Etats-Unis où les pluies ont servies à déterminer le facteur R de l'équation de WISCHMEIER.

Synthèse de la première étape

Une synthèse de plus de 100 pages, intitulée « **L'érosion, la conservation et la gestion des sols dans le Nordeste brésilien. Bilan, diagnostic et nouvelles lignes de recherche** » est rédigée par le chercheur français et est publiée par la SUDENE dans une de ses collections en 1981, à la fin de la première étape. Cette synthèse fait le point des activités et acquis des deux premières années de la convention et est diffusée à plusieurs centaines d'exemplaires qui sont rapidement épuisés. Elle aborde successivement :

- la nature et la localisation de toutes les études de conservation des sols entreprises dans la région jusqu'en 1980, le bilan de ses études et les résultats espérés et obtenus ;
- les différents facteurs de l'équation de pertes en sol de WISCHMEIER, l'application de cette équation, son intérêt, sa critique et ses limites ;
- l'évaluation de l'érosion hydrique dans le Nordeste et la comparaison des pertes en terre et en eau avec celles d'autres régions, en particulier tropicales et africaines ;
- enfin la proposition de nouvelles lignes de recherche possibles en fonction de l'acquis et des lacunes existantes.

De la comparaison des facteurs de l'érosion du Nordeste sec avec ceux du Sahel africain, il ressort une meilleure conservation naturelle des sols du Nordeste due en particulier, à l'état de la couverture végétale et des horizons de surface avec cependant des risques érosifs importants dans les cas d'exploitation intensive et mécanisée.

Des recommandations pratiques sont formulées dans les conclusions.

De nombreuses communications à des congrès et des publications sont rédigées, présentées, publiées au cours de cette première étape (Cf. les travaux publiés).

RÉSULTATS OBTENUS AU COURS DE LA SECONDE ÉTAPE

Étude des facteurs de l'équation de WISCHMEIER

Après avoir étudié le facteur R érosivité des pluies durant la première étape, les autres facteurs de cette équation sont analysés dans le contexte édapho-climatique du Nordeste.

Il s'agit tout d'abord du facteur K érodibilité du sol qui mesure la susceptibilité du sol à l'érosion hydrique. Ce facteur peut être déterminé directement par les pertes en terre obtenues sur parcelles expérimentales de 100 m², maintenues nues et travaillées plusieurs années de suite. Le coût de ces études est tel, qu'il convient de privilégier les déterminations par des méthodes indirectes comme celle de la stabilité structurale, de la perméabilité et de l'examen de lames micromorphologiques de surface. Le test de stabilité des agrégats du sol le plus utilisé au Brésil est celui du « degré de floculation » qui détermine le taux de dispersion d'argile d'un échantillon de sol après brassage mécanique dans l'eau. Plus il y a d'argile dispersé, moins les agrégats sont stables et plus la susceptibilité à l'érosion est élevée. Une étude statistique du paramètre « degré de floculation » de tous les groupes de sols du Nordeste et la recherche de corrélations de ce paramètre avec d'autres déterminations analytiques (granulométrie, taux de cations échangeables, etc.) a fourni des résultats intéressants. Les valeurs de la perméabilité de nombreux sols du Nordeste ont été déterminées par des tests de terrain, au cours de campagnes de mesures sur les bassins versants représentatifs. Les études de lames minces indiquent la rareté des phénomènes de croûtes et pellicules superficielles, contrairement à ce qui se passe sur les sols sahéliens.

Les autres facteurs de l'érosion comme le facteur topographique (pente et longueur de pente), les facteurs couverture végétale et pratiques culturales qui mesurent l'effet du couvert végétal naturel ou cultivé et des techniques de travail du sol sur les pertes en terre et en eau ont été analysés et déterminés sur plusieurs types de sols.

Établissement de la carte de synthèse des risques érosifs

Les cartes du Nordeste au 1/5 000 000 de l'érosivité des pluies, de l'érodibilité des sols, du relief et des pentes et de la densité de population qui détermine la pression de l'homme sur la terre ont été dressées. La superposition successive de ces cartes aboutit à l'établissement d'une carte de synthèse des risques de l'érosion dans le Nordeste. Six zones de risques sont délimitées allant de très faibles à très élevés. Elle représente le risque potentiel de l'érosion sous cultures et faible mécanisation. Les zones les plus exposées ont été planimétrées et les municipes (départements) concernés énumérés dans chacun de dix Etats du Nordeste. En dehors de l'intérêt scientifique, l'objectif principal de ce travail est de mettre à la disposition de la SUDENE un document de synthèse situant les zones à risques érosifs majeurs de manière à lui permettre de planifier les recherches de gestion et conservation de sols qu'elle subventionne ou oriente.

Étude de l'hydrodynamique des sols des bassins hydrologiques représentatifs du Nordeste

Dans le but de mieux connaître les caractéristiques hydrodynamiques des principaux sols de la région, connaissances qui faisaient cruellement défaut aux hydrologues pour comprendre les processus d'écoulement et de rétention à l'échelle des bassins hydrologiques représentatifs (BHR) étudiés par la SUDENE et l'ORSTOM depuis 1973, une collaboration informelle et fructueuse s'est développée avec le secteur des bassins de la DHM de la SUDENE et E. CADIER, hydrologue ORSTOM. Ce dernier coordonnait un programme intitulé « Etudes des bassins hydrologiques représentatifs et expérimentaux du Nordeste » qui ensuite est devenu « Utilisation rationnelle des ressources hydriques des petits « açudes » du Nordeste semi-aride ».

Car, en 1980, il était devenu évident que l'extrapolation ou transposition des résultats hydrologiques d'un bassin à un autre, malgré le travail d'homogénéisation des bassins accompli par J.-F. NOUVELOT à la SUDENE, transposition qui constituait la finalité et la principale justification du programme de E. CADIER, n'était pas réalisable. Il importait, entre autres impératifs, que les **protocoles d'évaluation des caractères physiques, biologiques et morphologiques** des bassins versants soient rigoureusement établis, pour pouvoir servir de base à cette transposition. L'état de la végétation et des horizons de surface du sol sont des paramètres déterminants qui doivent être pris en compte. **La participation des pédologues s'avérait donc indispensable.**

Un protocole d'actions est mis au point entre E. CADIER et J.-C. LEPRUN. Entre 1981 et 1983, ce dernier va cartographier successivement les sols des bassins représentatifs de Sumé (PB), Ibipeba (BA), Riacho do Navio (PE), Tauá (CE), Juatama (CE), Batateiras (CE), Missão Velha (CE), Quixabinha (CE), Açu (RN) et noter leur comportement hydrodynamique. Des mesures d'infiltration *in situ* sont effectuées.

Tout ce travail aboutira, après plusieurs années de labeur, à une synthèse hydrologique des régimes des petits bassins du Nordeste brésilien et à l'élaboration d'une méthode de transposition qui est présentée dans la thèse de E. CADIER « Hydrologie des petits bassins du Nordeste brésilien semi-aride » soutenue à Montpellier en 1991. Le mémoire de thèse retrace le cheminement qui l'a conduit à élaborer cette méthode de transposition et analyse, en particulier, le rôle et l'influence des différents facteurs conditionnels des régimes (sols, relief, végétation, etc.).

Les travaux réalisés sont présentés dans les publications des séries « Hydrologie » et « Ressources en Sols » de la SUDENE. La synthèse de tout cet important travail a fait l'objet de communications et de publications dans des revues spécialisées.

Installation et gestion du bassin expérimental de Sumé

Au début des années 80, sous l'impulsion de la SUDENE, du CNPq et des deux universités du Nordeste qui dispensent une formation de post-graduation en hydrologie (Campina Grande dans l'État de Paraíba et Fortaleza dans celui du Ceará) et avec l'appui de l'ORSTOM, un programme de « bassins expérimentaux » est monté.

Le premier des bassins expérimentaux est installé à Sumé fin 1981 par les équipes de la SUDENE, sous l'orientation technique de E. CADIER et J.-C. LEPRUN. Les appareils installés sont directement inspirés de ceux mis en place par l'ORSTOM dans le cadre du projet MAB-UNESCO à Tai en Côte-d'Ivoire. L'objectif est de mesurer le rôle des modifications de la couverture végétale sur les écoulements et les pertes en terre. A plus long terme, ce projet vise la détermination des normes de dimensionnement et de gestion des « açudes ». Ce premier bassin expérimental a été installé sur une zone homogène de sols bruns vertiques du BVR de Sumé déjà bien étudié hydrologiquement. L'étude des micro-bassins et des parcelles de ce bassin a permis de mettre en évidence un accroissement des écoulements dans un facteur de 6 lorsqu'on élimine la végétation naturelle (« caatinga »). Ce facteur monte jusqu'à 20 après quelques années d'érosion et la dégradation des propriétés de l'horizon de surface.

La qualité des eaux superficielles

Une première évaluation de la qualité des eaux du Nordeste

La constatation précoce faite par le chercheur français, dès son arrivée, que, contrairement à ce qui se passe dans le Sahel africain, les eaux superficielles du Nordeste semi-aride sont, dans leur grande majorité, fortement minéralisées, et la pauvreté des informations sur la qualité des eaux de la région l'amènent à entreprendre en précurseur l'étude des caractéristiques géochimiques des eaux de surface de différentes origines (« açudes », citernes, fleuves et rivières, puits...) en relation avec les sols.

Les analyses chimiques de 504 échantillons d'eaux superficielles comportant 21 variables ont été digitées et traitées au département des eaux du Centre de géochimie de la surface de Strasbourg (Laboratoire de B. FRITZ), à l'aide d'un logiciel spécialement conçu à ce effet.

Les résultats de cette étude fournissent les valeurs moyennes, les maxima et minima et l'écart type des principaux paramètres physico-chimiques des eaux d'« açudes » (364 échantillons), fleuves (27 échantillons), puits ras (52 échantillons) et puits peu profonds (32 échantillons). Des corrélations hautement significatives lient le résidu sec, la teneur en sodium et en chlore à la conductivité, ce qui permet d'estimer rapidement ces teneurs importantes pour l'irrigation à partir d'une simple mesure au conductivimètre. Les eaux traitées sont, en majorité du type chlorurées-sodiques. Le risque lié à la salinité est de loin supérieur à celui lié au sodium, et il faut en tenir compte pour l'irrigation. Il faut éviter d'utiliser les eaux dont le résidu sec, obtenu facilement par évaporation et pesé dépasse 500 mg/l. Dans les zones de roches cristallines de la région semi-aride, il est préférable d'utiliser les eaux superficielles que celles des puits profonds qui sont beaucoup plus chargées. Dans les zones de roches sédimentaires, c'est l'inverse qui se produit. Il est enfin montré le rôle déterminant des sols du bassin versant dans le type de minéralisation de l'eau collectée à l'aval du bassin. Un éventail des minéralisations des eaux en fonction des grands types de sols est fourni.

Ces résultats seront entièrement confirmés par le travail sur l'étude de l'évolution hydrochimique de l'eau des « açudes » mené à la SUDENE en 1989 et inspiré de ces travaux, puis par la thèse de A. LARAQUE, allocataire de recherches de l'ORSTOM, défendue en 1991 à Montpellier.

Le rapport de fin de convention (1983) et une publication de la SUDENE en 1988 regroupent tous les résultats obtenus.

Analyse des travaux et études de conservation des sols du Nordeste

Examen et exposé de la situation actuelle

Tous les travaux et études concernant la conservation et la gestion des sols et des eaux du Nordeste déjà réalisés ou en cours de réalisation, publiés ou non, ont été répertoriés, collectés, parfois avec difficulté, soumis à une analyse critique et synthétisés. Les analyses et interprétations des résultats obtenus ont permis de dresser un état de la situation exacte des connaissances acquises en conservation des sols, de mentionner les lacunes et points faibles et de proposer de nouvelles lignes de recherche et des recommandations pratiques quant à l'efficacité des pratiques déjà testées et à l'usage de pratiques acquises ailleurs et devant être soumises à l'expérimentation. Toutes ces informations sont regroupées et présentées dans deux volumineux rapports en portugais publiés par l'ORSTOM en 1983 et par la SUDENE en 1988. Des articles de synthèse sont présentés et commentés à la fin de ce dossier.

PARTENARIAT ET FORMATION

Une partie seulement des études sur la conservation des sols a été faite en collaboration avec l'unique partenaire permanent mis à la disposition de la SUDENE comme contrepartie et qui était pédologue, mais pas spécialiste de conservation des sols. Ce manque de contrepartie a été compensé par les nombreuses collaborations développées avec les autres instituts, les universités et surtout l'équipe des bassins représentatifs et expérimentaux ORSTOM/SUDENE.

Le chercheur français a activement participé à la programmation naissante de l'équipe de recherche de l'unité de recherche 2B « Écosystèmes du Nordeste brésilien ».

Stages et coorientation de thèse

- J.M. GOMES, pédologue de la SUDENE, a bénéficié d'un stage de six mois en 1982 au Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte-d'Ivoire), pour se perfectionner à l'utilisation du simulateur de pluie.
- **Olívio Ribeiro CAMPOS FILHO** : « Avaliação da erosividade e sua relação com perdas de solo e água no Agreste do Pernambuco ». Thèse de Mestrado soutenue en 1983 à l'UFPb, Areia.

Cours dispensés

Un cours de 92 heures sur la conservation des sols et de l'eau a été dispensé à une centaine d'ingénieurs et techniciens de l'EMATER (organisme d'extension rurale) dans quatre Etats du Nordeste entre 1982 et 1983.

CONCLUSION RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

De la SUDENE au SNLCS/EMBRAPA de Rio de Janeiro

La grande activité développée durant près de quatre années à la SUDENE, les contacts pris, l'assistance technique et scientifique fournie aux partenaires impliqués dans les projets de conservation des sols avec la SUDENE, la participation aux études de conservation des sols et des eaux sur les bassins hydrologiques de la SUDENE, la participation aux manifestations scientifiques nationales, l'enseignement pratique dispensé, ont permis au chercheur français de se faire connaître dans tout le Nordeste et dans les universités et organismes du pays travaillant en conservation et gestion des sols (IAC de Campinas, IAPAR de Londrina, Centres de l'EMBRAPA...). Lorsque à la fin de l'année 1983, après avoir terminé la deuxième étape de la convention avec la SUDENE et faute de trouver l'intérêt et la contrepartie nécessaires à une possible continuation du programme, J.-C. LEPRUN sera invité par le Service national de cartographie et conservation de sols (SNLCS) de l'EMBRAPA à Rio de Janeiro pour travailler à un grand programme d'inventaire à un niveau national, l'ORSTOM donnera son accord. Le chercheur français quitte Recife à la fin de l'année 1983 après avoir rédigé et remis à la SUDENE le rapport en portugais prêt à l'impression du bilan de la convention. Il faudra attendre 1988 pour que cet ouvrage, dont un avant-tirage de 100 exemplaires par l'ORSTOM en 1983 fut rapidement épuisé, soit enfin imprimé et publié à 500 exemplaires.

La somme de données, d'informations collectées et d'observations réalisées permettra au chercheur français de valoriser sa connaissance du milieu semi-aride nordestin en le comparant au semi-aride sahélien pour essayer d'en comprendre les analogies et, surtout, les différences. Ces comparaisons feront l'objet, les années suivantes, de nombreux articles de synthèse. Le Sertão du Nordeste aura si profondément marqué le chercheur français, qu'il décidera, dans le cadre de l'EMBRAPA, d'y refaire un dernier séjour après son départ de Brasília, fin 1992.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

- LEPRUN, J.-C. ; GOMES, J.M. 1981. Etablissement d'une carte de l'érosivité des pluies du Nordeste du Brésil au 1/5 000 000 (en portugais).- XVIII^e congrès de sciences du sol, Salvador de Bahia, résumé, p. 76.
- LEPRUN, J.-C. 1981. L'érosion, la conservation et la gestion des sols dans le Nordeste du Brésil. Bilan, diagnostic et nouvelles lignes de recherches (en portugais).- Sér. Brasil. SUDENE. Recursos de Solo, 15. Recife, 105 p. carte h.t. au 1/5 000 000.
Ce travail fait le point sur l'état des études sur l'érosion et la gestion des sols dans le Nord-Est brésilien et examine l'évaluation du risque érosif. Il passe en revue les différents facteurs de l'équation de pertes en sol de WISCHMEIER et discute de l'emploi et des limites de cette équation.
- LEPRUN, J.-C. ; CAMPOS FILHO, O.R. ; SILVA, I. de F. da. ; ANDRADE, A.P. 1981. Calcul et comparaison des indices d'érosivité des pluies R de Wischmeier et KE > 25 de Hudson pour différentes stations pluviométriques du Nordeste brésilien (en portugais).- IV^e Congrès brésilien de Conservation des sols. Campinas (S.P.), résumé 27, p. 16
- LEPRUN, J.-C. 1982. Comparaison des facteurs de l'érosion hydrique dans le Nordeste sec du Brésil et en Afrique de l'Ouest sec. Conséquences (en portugais).- I^{er} symposium brésilien du tropique semi-aride, Olinda, Pernambouc, *Annales*, 19 p.
- LEPRUN, J.-C. ; ASSUNÇÃO, M.S. ; CADIER, E. 1983. Evaluation des petits bassins du Nordeste semi-aride. Première synthèse des résultats obtenus. I. Caractéristiques physico-climatiques (en portugais). Sér. Brasil. SUDENE. Hidrologia, 15. Recife, 70 p.
- CADIER, E. ; FREITAS, R.J. ; LEPRUN, J.-C. 1983. Bassin expérimental de Sumé. Installation et premiers résultats (en portugais).- Sér. Brasil. SUDENE. Hidrologia, 16. Recife, 80 p.
- LEPRUN, J.-C. ; DUARTE, M.J. 1983. Utilisation des sols et des eaux salées pour la culture de l'Algaroba (*Prosopis juliflora*) dans le Nordeste semi-aride brésilien (en portugais).- I^{er} Congrès brésilien de plantes fourragères et de pâturages endémiques, Olinda, Pernambouc, *Annales*, 6 p.
- LEPRUN, J.-C. ; SAMPAIO, J.B.M. 1983. Déterminations expédiées de quelques caractéristiques analytiques et de propriétés de diagnostic des latosols du Nordeste brésilien (en portugais).- XIX^e Congrès brésilien de sciences du sol, Curitiba, résumé, 135, p. 74.
- LEPRUN, J.-C. 1983. Rapport de fin de convention de la gestion et de la conservation des sols dans le Nordeste brésilien (1982-1983) (en portugais). Rapport SUDENE-ORSTOM, Recife, 290 p., 5 cartes h.t. au 1/5 000 000.
Bilan des activités réalisées et des résultats obtenus dans le cadre de la convention « Etude de la conservation et de la gestion des sols du Nordeste brésilien » passée entre l'ORSTOM et la SUDENE entre 1980 et 1983.
- LEPRUN, J.-C. 1983. L'érosion hydrique dans le Nordeste du Brésil. XXV^e congrès intern. géographie, Paris, résumé Th. 1, 44.
- CADIER, E. ; FREITAS, B.J. ; LEPRUN, J.-C. 1983. Bassin expérimental de Sumé. Installation et premiers résultats (en portugais).- Symposium d'hydrologie, Blumenau, SC, Brésil, 23 p.
- LEPRUN, J.-C. 1984. Première évaluation du diamètre moyen des gouttes de pluies du Nordeste (en portugais). V^e rencontre nationale de recherches en conservation des sols, Porto Alegre, RS, Brésil, résumé, p. 73.

- CAMPOS FILHO, O.R. ; SILVA, I. de F. da ; ANDRADE, A.P. de ; LEPRUN, J.-C. 1984. Evaluation de l'érosivité et de l'érodibilité dans l'Agreste du Pernambouc (en portugais). Ve rencontre nationale de recherches en conservation des sols, Porto Alegre, RS, Brésil, résumé 30, p. 54..
- CAMPOS FILHO, O.R. ; SILVA, I. de F. da ; ANDRADE, A.P. de ; LEPRUN, J.-C. 1984. Evaluation des pertes en sol et en eau d'un sol podzolique rouge jaune ortho de l'Agreste du Pernambouc. Ve rencontre nationale de recherches en conservation des sols, Porto Alegre, RS, Brésil, résumé 34, p. 55.
- ASSUNÇÃO, M.S. de ; LEPRUN, J.-C. ; CADIER, E. 1984. Evaluation des ressources hydriques des petits bassins du Nordeste semi-aride : Açú, Batateiras, Missão Velha et Quixabinha ; caractéristiques physico-climatiques (en portugais).- Sér. Brasil, SUDENE. Hidrologia, 22, Recife, 52 p.
- LEPRUN, J.-C. 1984-85. La conservation et la gestion des sols dans le Nordeste brésilien. Particularités, bilan et perspectives. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXI, (4) : 257-284. Ce travail présente la situation actuelle de la recherche sur la conservation des sols et de l'eau dans la région Nordeste du Brésil. Un inventaire des études réalisées et en cours d'exécution est dressé et les différents facteurs de dégradation des sols dans les conditions climatiques, pédologiques, biologiques, hydrologiques et socio-économiques particulières de la région sont examinés. Une comparaison avec la situation en Afrique de l'Ouest et un essai d'explication des différences rencontrées sont tentés. La région Nordeste, malgré son cadre écologique difficile, paraît moins dégradée que son homologue africain, en particulier le Sahel, et possède des facteurs de conservation et un potentiel de ressources naturelles bien plus favorables. L'exposé des résultats obtenus et du bilan établi permet de juger de la quantité de données recueillies, de leur application et d'aborder les lacunes et les points faibles de la recherche sur la conservation des sols dans cette région. Enfin, les perspectives sont dressées en fonction des études en cours et des orientations nouvelles.
- LEPRUN, J.-C. 1988. Manejo e conservação de solos do Nordeste brasileiro. SUDENE ed., 271 p. 5 cartes h.t. au 1/5 000 000. Cet ouvrage fait le point de quatre années de travail de recherche, d'assistance technique et d'orientation sur les facteurs et les processus de l'érosion des sols et sur la qualité et l'économie de l'eau. Il reprend sous la forme d'annexes tous les travaux réalisés et les publications présentées. Plusieurs cartes à 1/5 000 000 des facteurs de l'érosion et une carte de synthèse des risques érosifs sont jointes. Une série de mesures et de précautions simples, appuyées sur les résultats et les démonstrations des études effectuées est proposée, de manière à aider à gérer au mieux le patrimoine sol-eau de cette région difficile.

PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM/CNPq COOPÉRATION TECHNIQUE AU PROGRAMME DU TROPIQUE SEMI-ARIDE (PTSA)

Localisation

Agence de la région Nordeste du CNPq (ANE) à Recife,
puis Fondation Joaquim Nabuco, Recife (PE)

Responsable français

Pierre AUDRY, pédologue ORSTOM

Équipe française à temps complet

Pierre AUDRY ; équipe à temps partiel et missions :

Eric CADIER, hydrologue à la SUDENE ;

Jean-Claude LEPRUN, pédologue à l'EMBRAPA ;

Michel MOLINIER, hydrologue à l'UFPE ;

Michel RIEU, pédologue, ORSTOM/Paris

Responsable brésilien

Ivonildo Corrêa da SILVA, CNPq,

puis João SUASSUNA

Équipe brésilienne

João SUASSUNA et Carlos A. de Alencar MOTA,

pro parte

Durée du projet

1986-1992

HISTORIQUE

Origine de l'idée de la formulation du projet

En 1984, le CNPq - sur un financement BID/CNPq - démarrait un programme régional de développement (PDCT-NE) ciblé sur le petit producteur rural qui comportait un important volume de recherches appliquées, concrétisées sous forme de financement de projets exécutés par cinq universités du Nordeste. Le responsable de ce volet recherche souhaitait la collabo-

ration d'un chercheur pour participer au suivi et à l'évaluation de ces projets et réaliser un travail d'animation et de coordination entre les équipes universitaires participantes. Ce responsable, pour avoir connu et vu le travail des chercheurs ORSTOM à la SUDENE, fait alors appel à l'ORSTOM.

Conditions de démarrage

Ces conditions sont exemplaires dans le sens où des missions d'évaluation et de préparation ont été réalisées par un chercheur ORSTOM avant signature de l'accord pour en préciser les objectifs et définir les conditions et les moyens de leur réalisation.

Équipes impliquées

Côté ORSTOM :

P. AUDRY en présence permanente et des missions de courte durée de divers chercheurs travaillant au Brésil (E. CADIER, J-C. LEPRUN, M. MOLINIER) ou hors du Brésil (M. RIEU).

Côté partenaires brésiliens :

- équipe technique de l'Agence régionale Nordeste du CNPq, Recife ;
- Professeurs et étudiants des 4 universités fédérales de la Paraíba (UFPb), du Ceará (UFCE) et secondairement du Piauí (UFPI), du Pernambuco (UFRPe) et de l'Ecole supérieure d'agronomie de Mossoró, Rio Grande do Norte (ESAM).

ACTIVITÉS PRINCIPALES

Le projet consiste en une coopération technique au Programme du tropique semi-aride (PTSA) responsable pour l'exécution du programme de développement scientifique et technologique (PDCT/NE) financé par la Banque interaméricaine de développement (BID).

Objectifs initiaux

Ces objectifs sont les suivants :

- participer au suivi, à l'évaluation, à la coordination et l'animation des projets PSDCT-NE réalisés dans les cinq universités participantes, dans le domaine sol-eau-plante ;
- participer à des recherches spécifiques dans ce même domaine.

ACTIVITÉS SECONDAIRES

P. AUDRY a été le responsable de l'unité de recherche B2 du département Eaux continentales de l'ORSTOM « Processus de transformation, fonctionnement et transferts sol-eau-atmosphère » jusque fin 1986.

Il a participé activement à l'ATP-PIREN coordonnée par M. MOLINIER.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Dans le domaine contractuel

Deux thèmes scientifiques principaux ont été rapidement identifiés comme prioritaires et les résultats obtenus ont donné lieu aux communications suivantes :

a) processus de salinisation-alkalinisation des sols

soumis à l'irrigation ; modélisation de ces processus.

AUDRY, P. ; QUEIROZ, M.M.F. ; BARRETO FILHO, F.L. ; GHEYI, H.R. 1989. Estudo da condutividade hidráulica de um solo aluvial de São Gonçalo (PB). Anais XXII Congr.Bras.de Ciência do Solo, Recife, resumo 262, p. 259.

L'objectif de l'étude est de définir la loi $K(\theta)$ pour l'utiliser dans un modèle de simulation numérique des processus de salinisation dans les sols irrigués.

GHEYI, H.R. ; AUDRY, P. ; BARRETO FILHO, F.L. ; QUEIROZ, M.M.F. ; OLIVEIRA, J.V.L.de. 1989. Calibração e adaptação de um modelo de simulação dos processos de salinização num solo aluvial de São Gonçalo [PB] : apresentação e síntese dos primeiros resultados parciais. Anais XXII Congr.Bras.de Ciência do Solo, Recife, resumo 263, p. 260. *L'étude consiste à adapter et caler un modèle numérique de simulation afin de pouvoir contrôler les risques de salinisation dans les périmètres irrigués. Le modèle utilisé (SIMUL, 1983) calcule les mouvements de l'eau et des sels en solution par la méthode des différences finies appliquée à la loi de Darcy comprenant des routines thermodynamiques simulant la précipitation et la dissolution du gypse et de la calcite et l'échange des cations Ca^{++} , Mg^{++} et Na^{+} . L'expérience montée pour réaliser cette étude était située dans le périmètre irrigué de la station du DNOCS à São Gonçalo (Paraíba).*

AUDRY, P. ; BILLIB, M.H.A. ; GHEYI, H.R. ; QUEIROZ, M.M.F. ; RUSTEBERG, B. 1991. Simulation des Bodenwasserhaushaltes unter Semiariden Bedingungen anhand von Lysimeterversuchen. Mitteilungen Heft 75, Inst. für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau. Universität Hannover. pp. 219-282.

b) caractérisation géochimique des eaux

utilisées dans le NE par la petite irrigation.

AUDRY, P. ; SUASSUNA, J. 1990. A qualidade da água na irrigação do Trópico Semi-Árido. Um estudo de caso. Semin. Franco-Brasil. de Pequena Irrigação, Recife-Sudene, Anais, p. 147-153.

SUASSUNA, J. ; AUDRY, P. 1992. Estudo da salinidade das águas de irrigação das propriedades do GAT e da sua evolução sazonal durante os anos 1988-1989. I. Catálogo das observações de campo e dos resultados de análise. Recife-CNPq, 318 p.

SUASSUNA, J. ; AUDRY, P. 1992. Estatísticas de salinidade de águas de irrigação no Nordeste Semi-Árido brasileiro. Anais da 45a Reunião da S.B.P.C., Vol. 1, Comm. 49 A.1, p.53.

Dans le cadre de l'« ATP-PIREN Dynamique de l'eau et des matières dans un écosystème représentatif du Nordeste brésilien. Conditions d'extrapolation spatiale à l'échelle régionale ».

Les résultats les plus importants de l'ATP-PIREN/CNRS, dont les travaux se sont déroulés durant trois ans sur le bassin expérimental de Sumé (PB) déjà étudié par la SUDENE, l'ORSTOM et l'université fédérale de la Paraíba, sont :

- concernant le fonctionnement de l'écosystème « caatinga », le rôle prépondérant de deux facteurs dans le déterminisme de la circulation des solutions a été mis en évidence. Il s'agit du couvert végétal qui règle l'infiltration superficielle et de l'organisation de la couverture pédologique qui règle les circulations internes. Le mode d'intervention de ces deux facteurs et leur interaction sont représentés sous la forme d'un schéma dans le rapport final de l'ATP. La végétation naturelle réduit considérablement le ruissellement et ce, d'autant plus que le sol est plus sec. Lorsque les sols deviennent humides, cette influence diminue :
- concernant le facteur d'échelle qui affecte le ruissellement (celui-ci diminue quand les superficies où il est mesuré augmentent), les différentes mesures ont permis de le chiffrer. L'explication de ce facteur d'échelle est à relier à la structure plissée-faillée du substrat rocheux diversifié qui détermine, aux différentes échelles, la distribution et les proportions relatives de sols qui ont des comportements hydrologiques différents ;
- concernant les conséquences pratiques pour l'exploitation du milieu, le problème majeur, compte tenu du climat, étant de stocker dans le sol toute l'eau de pluie qui tombe, il convient de favoriser la plantation d'espèces dont les racines vont jusqu'à la base des sols où persiste une certaine quantité d'eau et d'augmenter l'infiltration par des pratiques appropriées telles que celle des billons cloisonnés isohypes. En application des résultats obtenus sur la géochimie des eaux (de pluie, de ruissellement, de drainage) sur sol nu et sous végétation, des recommandations concernant les cultures irriguées sont données.

Les résultats obtenus ont été présentés dans les publications suivantes :

MOLINIER, M. ; AUDRY, P. ; LEPRUN, J.C. 1989. Modelagem do escoamento e da infiltração em um solo Bruno Não Calcico do Nordeste. VII Simp. Bras. de Hidrologia e Recursos Hídricos. Foz de Iguaçu, 26-30 nov. 1989. Anais, vol. I, pp. 432-442.

Ce travail tente d'établir un modèle de simulation de l'infiltration verticale à partir de l'étude détaillée des caractères des sols et de l'analyse de la dynamique interne de l'eau au moyen de mesures de profils neutroniques et de tensiomètres sous pluies naturelles et simulées. Les données collectées et les résultats obtenus permettent de mieux connaître l'influence du sol et de la végétation sur l'infiltration et, de là, sur le ruissellement. Un schéma de fonctionnement des sols bruns non calciques, qui représentent près de 15 % du Nordeste semi-aride, est présenté.

MOLINIER, M. ; LEPRUN, J.C. ; AUDRY, P. 1990. Effet d'échelle observé sur le ruissellement dans le Nordeste brésilien. In : SEMINFOR 4, quatrième séminaire informatique de l'ORSTOM, « Le transfert d'échelle », centre de Brest, 11 au 13-09-1990, Actes pp. 33-41. *Ce travail aborde le problème de l'effet d'échelle de la superficie sur le ruissellement, phénomène qui a pu être mis en évidence et chiffré sur des surfaces allant du m² à l'hectare. Une explication liée à la structure du substrat rocheux et à la distribution des sols dans le paysage est proposée. De plus, la mise au point d'un modèle vertical de simulation de l'infiltration sur des microparcelles de 1 m² pourra permettre de préciser les règles de transfert des résultats de cette superficie élémentaire à des superficies plus grandes prenant en compte le rôle de la distribution des sols et de la végétation sur les différents termes du bilan hydrique.*

MOLINIER, M. ; AUDRY, P. ; DESCONNETS, J.C. ; LEPRUN, J.C. 1989. Dinâmica da água e das matérias num ecossistema representativo do Nordeste brasileiro. Condições de extrapolação à escala regional. ATP-PIREN/ORSTOM, Paris/Recife, Relatório final de pesquisa, 27 p.

MOLINIER, M. ; AUDRY, P. DESCONNETS, J.-C., LEPRUN, J.-C. 1990. Projet : « Dynamique de l'eau et des matières dans un écosystème représentatif du Nordeste brésilien. Conditions d'extrapolation spatiale à l'échelle régionale ». ATP-PIREN : « Influence à l'échelle régionale des couvertures pédologiques et végétales sur les bilans hydriques et minéraux des sals », juin 1986-juin 1989. Rapport final, IMG, Grenoble, pp. 159-177.

PARTENARIAT ET FORMATION

Thèses co-orientées

BARRETO FILHO, F.L.

« Estudos de condutividade hidráulica em solos com diferentes teores de sódio trocável ». UFPb, Campina Grande, 1989.

SANTOS, H.P.

« Efeito da concentração eletrolítica, da percentagem de sódio trocável e da R.A.S na condutividade hidráulica de um solo aluvial ». USP, Piracicaba, 1991.

MEDEIROS, J.F. de .

« Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos estados do RN, PB e CE ». UFPb, Campina Grande, 1991.

Thèse orientée

QUEIROZ, M.M. de.

« Estudo da condutividade hidráulica de um solo aluvial franco-arenoso em experimentos de lisímetros ». UFPb, Campina Grande, 1990.

Voyage d'étude de Brésiliens en France

Pr HANS RAJ GHEYI. 1986. BONDY.

Méthodologie de la détermination du coefficient de selectivité Ca/Na. - Publication en collaboration avec M. RIEU.

CONCLUSIONS

1) Du point de vue forme de coopération, concernant le **projet en convention s.s.**, ce projet présente deux particularités :

- l'ouverture et l'extension d'une coopération individuelle par le recours à d'autres spécialistes par des missions ; ceci étant contractuellement prévu.
- une coopération avec des équipes universitaires, mais par l'intermédiaire d'un porteur planificateur de la recherche.

Cette formule a montré sa flexibilité et son efficacité. Elle a permis entre autres de bénéficier de tous les avantages d'un travail avec les milieux universitaires, en échappant aux tâches par trop « corvéables » qui s'y attachent souvent : la comparaison de la production du chercheur français en matière d'orientation de thèses entre la précédente convention (avec l'université de Bahia) et la présente convention est à ce titre instructive.

- 2) Du point de vue scientifique et du développement, l'intérêt de l'approche « écosystèmes » et multidisciplinaire est évidente. Il convient de poursuivre en ce sens les travaux entrepris dans le domaine du bilan hydrique du Nordeste en général en incluant la géochimie des eaux.
- 3) L'opération ATP-PIREN a montré la difficulté d'associer nos partenaires brésiliens à une recherche d'origine et de financement français, sans un minimum de formalisation contractuelle.

PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM/EMBRAPA INVENTAIRE DES PROBLÈMES ET DES ZÔNES CRITIQUES DE DÉGRADATION DES SOLS AU BRÉSIL

Localisation

Service national de cartographie et conservation des sols, SNLCS (Rio de Janeiro)

Chercheur ORSTOM responsable

Jean-claude LEPRUN, pédologue

Responsable brésilien

Abelardo de CASTRO, puis Maurício Cantalice MEDEIROS

et enfin Idarê Azevedo GOMES, chefs du SNLCS

Autres membres de l'équipe brésilienne

Clotário Olivier da SILVEIRA, pédologue à temps complet ;

Renato Luiz P. de SOUZA, agronome ; R.M. SOBRAL FILHO, coordinateur du PNP ;

M. de J. RAVEN ; R. REGO et Nivaldo BURGOS, pédologues du SNLCS, *pro parte*

Durée

de 1984 à 1988

HISTORIQUE

La première affectation d'un pédologue de l'ORSTOM au SNLCS

A la fin de la deuxième étape de la convention ORSTOM/SUDENE de conservation des sols à Recife, fin 1983, J.C. LEPRUN, après avoir établi et remis le rapport final concluant la convention s'apprête à rejoindre et renforcer l'équipe ORSTOM de l'Institut de géosciences de l'USP qui travaille à l'étude de la couverture latéritique dans tout le Brésil. Des contacts ont été pris avec A. MELFI, coordinateur du projet et tout est prêt pour que le chercheur français abandonne la conservation des sols pour retourner aux préoccupations qui avaient été les siennes durant plus de dix ans en Afrique de l'Ouest et qui avaient fait l'objet de sa thèse.

Le sort en décida autrement. Contacté à Recife par les responsables de l'Antenne Nordeste du Service national de cartographie et conservation des sols (SNLCS), on lui proposa de continuer le travail d'inventaire commencé avec la SUDENE dans le Nordeste et de l'étendre à l'ensemble du Brésil. Vaste et ambitieux programme à accomplir à partir du siège du SNLCS de Rio de Janeiro. Le Service national de cartographie et de conservation des sols rattaché depuis 1973 à l'Entreprise brésilienne de recherches agro-pastorales, EMBRAPA, qui dépend du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire, a été créé au début des années 1950, pour réaliser l'inventaire des sols du pays et étudier leurs caractéristiques morphologiques, physico-chimiques, minéralogiques et leur potentiel agronomique. Parmi les recherches menées, la cartographie des sols est un objectif privilégié.

La conservation des sols fait, en revanche, figure de parent pauvre. Le Programme national de recherches de gestion et conservation des sols de l'EMBRAPA (PNP 043), vient alors d'être institué. Il a pour but de coordonner toutes les actions de conservation entreprises dans l'ensemble du pays. D'où le projet proposé qui doit être mené avec une équipe réduite mais avec l'appui des pédologues et de la puissante infrastructure de l'EMBRAPA qui couvre la totalité du Brésil. Les moyens mis à la disposition du projet sont, à l'époque, importants. Un consultant externe expérimenté, F. da Costa VERDADE, ancien directeur de l'Institut agronomique de Campinas (IAC) et résident de la Société brésilienne de sciences du sol vient tout juste d'être contacté pour se joindre à l'équipe. L'ORSTOM collabore déjà avec le SNLCS pour l'établissement de la banque de données SISOLOS et P. SECHET, informaticien de l'ORSTOM avait été affecté à Rio dès 1983. C'est la première fois que l'équipe des pédologues du SNLCS demande officiellement la collaboration de l'ORSTOM. La demande est acceptée mais concerne un spécialiste de la conservation des sols et non un pédologue cartographe ou généticien, dont le SNLCS dit n'avoir nul besoin. Il faut savoir que l'école pédologique brésilienne est dominée par le SNLCS et est totalement acquise à la mouvance américaine. La quasi-totalité des docteurs du SNLCS ont obtenu leur PhD dans les universités nord-américaines. L'école pédologique française et les travaux sur les sols tropicaux de l'ORSTOM sont plus ou moins bien connus et respectés. Mais la collaboration avec l'équipe des pédologues de terrain du SNLCS avec qui les pédologues de l'ORSTOM ont pourtant bien des affinités, en dehors de quelques rares essais effectués par B. VOLKOFF à l'époque de l'Institut de géosciences de l'UFBA à Salvador, n'a jamais été vraiment tentée.

Transmise par A. PERRAUD, pédologue et représentant de l'ORSTOM à Brasília, la demande est acceptée par l'ORSTOM dont le directeur général est alors A. RUELLAN, ancien pédologue de l'Office.

Toutes les conditions paraissent donc réunies pour commencer l'inventaire. Une convention est signée entre les deux parties et J.-C. LEPRUN arrive à Rio de Janeiro en avril 1984.

JUSTIFICATIFS ET OBJECTIFS

Un projet pour l'ensemble du Brésil

Dans le domaine de la conservation et la gestion des sols, le Brésil possède des équipes expérimentées de chercheurs et techniciens et de nombreuses expérimentations sur le terrain, principalement dans le Sud du pays. Toutefois, les recherches sont conduites sans plan direc-

teur par diverses équipes d'organismes et universités qui n'ont pas d'articulation entre elles et utilisent des méthodologies différentes. Or le territoire brésilien abrite un grand nombre de situations agro-écologiques dont il est nécessaire de connaître le fonctionnement et les formes de dégradation, en particulier par l'érosion hydrique. Un état de la situation actuelle des études et acquis de la conservation et de la gestion des sols sur tout le territoire national est donc une priorité.

Le projet vise à réunir les résultats des études de gestion et de conservation des sols déjà obtenus ou en cours de réalisation et à établir un inventaire des problèmes de dégradation agricole à l'échelle de tout le Brésil. Du diagnostic ainsi élaboré au niveau de chaque grande région devra découler la proposition de nouvelles lignes de recherche, du choix des interventions et du montant des ressources nécessaires pour rendre efficaces l'effort de recherche et la diffusion et l'application des résultats les plus probants obtenus.

PRINCIPALES ACTIVITÉS RÉALISÉES

Activités menées avec l'EMBRAPA

Ces activités concernent en particulier :

- **la collecte des travaux effectués et des résultats obtenus** dans les domaines de la conservation, de la gestion et de l'aménagement des sols, et dans une moindre mesure de l'eau dans toutes les grandes régions du Brésil. Ces régions, au nombre de cinq comprennent :
 - la région nord qui est le domaine de la forêt amazonienne à sols pauvres et sensibles aux dégradations de leurs propriétés physiques après défrichement et mise en valeur ;
 - la région centre-ouest, domaine des savanes ou « cerrados », considérée le grenier à grains du pays, intensément cultivée récemment par mécanisation lourde ;
 - la région sud-est à fort relief, domaine de la forêt dense ou « Mata Atlântica » fortement dégradée par l'homme et exposée aux phénomènes graves d'érosion ravinante profonde ;
 - la région sud, sub-tropicale, la plus européenne et la plus développée, domaine des sols riches très cultivés et menacés de plusieurs formes d'érosion différentes ;
 - enfin, la région Nordeste, en grande partie semi-aride, domaine de la « caatinga », forêt basse et épineuse, dont les principaux problèmes concernent la gestion et l'économie de l'eau ;
- **le relevé des principales zones critiques et des processus de dégradation** des grands types de sols dans des contextes écologiques et agricoles différents du pays ;
- **l'évaluation des méthodologies utilisées** dans les études de conservation des sols ;
- **la participation à de nombreux autres projets** avec les équipes du SNLCS (projets d'études de sols dégradés de l'Amapá et du Rondonia ; de récupération des sols dégradés dans l'Etat de Rio de Janeiro, etc.) ;
- **l'encadrement de thèses** du personnel du SNLCS et de chercheurs et universitaires qui lui sont liés (une thèse de Mestrado et deux thèses de doctorat, dont une en France ont été encadrées) ;

- **l'assistance, l'aide à la gestion et l'orientation technique** fournies au SNLCS dans les tâches qui lui incombent et qui comprennent :
- l'évaluation des projets de recherches et d'application de conservation de sols menées par des unités de l'EMBRAPA mais surtout d'autres institutions avec le financement de l'EMBRAPA dans le cadre du nouveau PNP (une quarantaine de projets en général) ;
- l'implantation et le suivi d'études et expérimentations de conservation dans les centres et unités de l'EMBRAPA des régions les moins favorisées par la recherche (Nord, Centre-Ouest, Sud-Est) ;
- le suivi permanent du dispositif d'études de pertes en terre et en eau de la station expérimentale du SNLCS à Itaguai, à 50 km de Rio de Janeiro ;
- l'utilisation de la banque de données pédologiques SISOLOS de l'EMBRAPA et la rédaction de travaux et communications réalisés avec le personnel du SNLCS.

Activités menées avec d'autres entités partenaires

Parmi ces activités il faut noter :

- **la collaboration fournie durant quatre années à des programmes du CNPq :**
- programme du PDCT du CNPq Nordeste en tant que consultant en conservation des sols (projets des Ecoles d'agronomie de Areia (PB) et de Mossoro-ESAM (RN), visites des expérimentations, assistance technique de gestion, réunions annuelles d'évaluation des projets, etc. ;
- au projet CNPQ-ORSTOM d'hydrologie « **Impact des activités humaines sur les régimes hydrologiques et sédimentologiques** » mené à l'Institut de recherches hydrauliques (IPH) de l'université fédérale du Rio Grande do Sul (UFRGS) à Porto Alegre et dont le coordinateur brésilien est Marc BORDAS, professeur à l'IPH. A ce projet a fait suite, à partir de 1988, le projet « **Dimensionnement et gestion de petits ouvrages hydrauliques au sud du Brésil** » coordonné côté ORSTOM par P. CHEVALLIER ;
- au projet CNPq/ORSTOM « **Variations du niveau relatif de la mer le long de la côte brésilienne et ses implications dans la sédimentation côtière. Corrélations avec des paramètres de nature géophysique et paléoclimatique** » et au programme international ECOFIT ;
- à l'ATP (action thématique programmée) PIREN-CNRS à financement français dans le Nordeste « **Dynamique de l'eau et des matières dans un écosystème représentatif du Nordeste brésilien. Conditions d'extrapolation spatiale à l'échelle régionale** » ;

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Les tâches quotidiennes de service

Il y a peu à dire sur les tâches quotidiennes d'aide et d'assistance effectuées au SNLCS, sinon qu'elles absorbent une partie importante du temps du chercheur, mais sont utiles, voire indispensables à la participation et à l'intégration réelle du chercheur français dans la structure d'accueil et à l'établissement de bonnes relations avec les partenaires.

Un rapport de synthèse utile

En ce qui concerne l'analyse de l'état de la situation de la conservation et de la gestion des sols au Brésil découlant de la collecte et de l'examen de toutes les données existantes dans ce domaine, les résultats obtenus sont regroupés dans un rapport interne élaboré en 1988 à la demande de la direction générale de l'EMBRAPA et des responsables du SNLCS intitulé « **La situation de la conservation du sol et de l'eau au Brésil. Le rôle du SNLCS de l'EMBRAPA** ». Leur préoccupation était liée à la volonté de structurer le récent PNP 043 créé en 1984, de faire connaître les déficiences humaines et financières du secteur national de la conservation de sols pour obtenir aide et appui, et de définir le cadre d'intervention du SNLCS.

Ce rapport est constitué des éléments suivants :

- une liste des institutions et organismes nationaux et internationaux qui financent les projets et la liste, élaborée pour chacune des cinq régions, de toutes les entités, organismes et universités qui réalisent ces projets et sont impliqués dans la recherche ou l'application de la conservation des sols ;
- un inventaire, par grande région dont le cadre physique et humain est brossé, des résultats existants et des acquis déjà applicables ;
- le diagnostic établi comportant les lacunes et les nouvelles lignes de recherche préconisées, le rôle du SNLCS et les solutions possibles d'actions et d'interventions.

Les éléments de ce rapport, et en particulier les estimations des pertes en terre par les différentes activités agricoles ont souvent été utilisés par la suite et ont servi à l'élaboration définitive du PNP de conservation des sols.

Les principaux résultats scientifiques

La participation du chercheur français au projet CNPQ-ORSTOM d'hydrologie « **Impact des activités humaines sur les régimes hydrologiques et sédimentologiques** » à l'IPH de Porto Alegre a permis la cartographie hydro-pédologique de plusieurs microbassins représentatifs de la région du versant méridional de la Serra Gaúcha (Lajeado). Le principal résultat obtenu est constitué par l'élaboration, en collaboration, des cartes et documents des rapports sur le « **diagnostic des conditions sédimentologiques des principaux fleuves brésiliens** » travail demandé par la Compagnie des centrales électriques brésiliennes ELECTROBAS pour évaluer le risque d'envasement des réservoirs des barrages hydro-électriques dont la vie utile peut être sérieusement diminuée par l'érosion amont. Les esquisses de cartes du Brésil à 1/2.500.000 de l'érosivité des pluies et de l'érodibilité des sols ont été exécutées par le chercheur français dans ce but.

La collaboration au projet CNPq/ORSTOM « **Variations du niveau relatif de la mer le long de la côte brésilienne et ses implications...** » et au projet international ECOFIT (Ecosystème et paléocosystème des forêts inter tropicales) s'est traduite par une recherche des indicateurs pour datations (tourbes, charbons, horizons humifères enterrés) et par la l'extraction de carottes dans les lacs de Carajás.

La participation de J.C. LEPRUN à l'ATP PIREN-CNRS dans le Nordeste qui a duré trois ans et dont les résultats sont exposés par ailleurs (cf. le projet hydrologie avec l'UFPe de M. MOLLIER et le projet pédologie PTSA de P. AUDRY à Recife) a concerné plus spécialement la caractérisation pédologique et la géochimie des eaux de l'étude.

Les principaux résultats scientifiques obtenus au travers des projets, des collaborations diverses, des thèses encadrées, sont exposés dans les résumés de la bibliographie commentée

qui suit. Certains résultats, comme ceux du suivi durant plusieurs années du dispositif de mesure des pertes en terre et en eau de la station du SNLCS d'Itaguai (RJ), qui ont fourni la matière à deux thèses de doctorat, n'ont pas encore fait l'objet, faute de temps, d'une publication synthétique de qualité mais celle-ci est prévue pour les mois qui viennent. En revanche, l'interruption du projet pour les raisons exposées ci-dessous n'a pas clos les activités du chercheur français, mais, au contraire, lui a permis de rédiger de nombreux articles de synthèse sur la production de sédiments et d'écoulements dans les divers milieux naturels et anthropisés brésiliens, sur le fonctionnement des écosystèmes et leurs transformations en agrosystèmes et sur la comparaison de ses écosystèmes avec d'autres régions tropicales.

La réalisation d'un ouvrage de synthèse sur la conservation des sols et des eaux au Brésil est prévue pour les mois qui viennent.

PARTENARIAT ET FORMATION

Toutes les activités réalisées l'ont été en collaboration avec des chercheurs et équipes brésiliennes (EMBRAPA, 4 universités, PDCT/NE-CNPq), ou mixtes franco-brésiliennes (projets CNPq/ORSTOM et EMBRAPA/ORSTOM, ATP PIREN) ou avec des chercheurs français travaillant au sein de structures nationales (SUDENE).

Encadrement et orientation de thèses

- **Ney Pinto TAVARES** (chercheur EMBRAPA) : « O relacionamento morfopedogênético em uma seção transversal ao vale do Caxambu Pequeno no Município de Petrópolis, Estado do Rio de Janeiro ». Thèse de Mestrado soutenue en janvier 1987. (orientateur : Pr F. dos S. ANTUNES)
- **Sylvio Romero de CARVALHO** (chercheur EMBRAPA) : « Tassement des sols ferrallitiques mis en culture. Apport d'une analyse compartimentale de l'espace poral de sols « podzolicos », Etat de Rio de Janeiro, Brésil ». Thèse de doctorat soutenue à l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI le 30 mai 1990 (orientateur : Pr G. PEDRO).
- **Calcido N. de CARVALHO** (Professeur Université UFF) : "Fluxo geoquímico de sódio, potássio, cálcio e magnésio em função do uso agrícola". Thèse Doctorat, soutenue à l'UFRJ, Rio de Janeiro, en février 1992 (Orientateurs : Pr F. dos S. ANTUNES et J.-C. LEPRUN)

Stages de terrain

Cinq chercheurs du SNLCS de l'EMBRAPA ont effectué un stage d'utilisation du mini-simulateur de pluie et de mesures de l'érosion et de l'écoulement à Sumé (PB) durant trois semaines en 1989.

Stagiaire envoyé en France :

- **J.R. CORREA**, pédologue du SNLCS à Goiânia, stage de un mois à Bondy et Montpellier en 1990.

CONCLUSION RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Lorsqu'en février 1988, après la disparition brutale du représentant de l'ORSTOM et du CIRAD au Brésil, J.C. LEPRUN est nommé à cette charge à Brasília, il doit interrompre son projet de recherche avec l'EMBRAPA. Il poursuivra cependant, dans un premier temps, durant six mois, en passant une semaine sur deux à Brasília, ses activités de recherche à Rio de Janeiro et rédigera alors le document de synthèse demandé sur la situation de la conservation des sols au Brésil. Il continuera ensuite, durant cinq ans, tout en assurant les fonctions de représentation à Brasília, à participer et à suivre les travaux de certains de ses partenaires du projet, les orientations de thèses en particulier. Ces thèses seront en effet soutenues avec succès bien après la fin du projet. Les publications scientifiques citées en fin de dossier attestent de la poursuite des activités scientifiques durant la période chargée dédiée à l'administration de la recherche. Libéré de cette charge à sa demande en octobre 1992, le chercheur français rejoindra Recife pour, durant un peu moins de deux ans, continuer un travail entrepris dans le Nordeste avec l'EMBRAPA, rédiger des articles de synthèse, et préparer l'ouvrage général de synthèse sur la conservation des sols et des eaux au Brésil, bilan de plus de treize années de recherche dans ce pays. A Recife, il mettra au point le présent ouvrage, ce qui lui demandera un effort de travail important, et une certaine abnégation... tribut de toute action de coopération, mais avec aussi, en retour, la satisfaction de savoir cette coopération entre les deux pays, mieux connue et valorisée.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

LEPRUN, J.C.; MENEGUELLI, N. do A.; SECHET, P. 1984. SISSOLOS : uma alternativa para determinar condições potenciais de degradação de solos no País. Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 5., Porto Alegre, RS. Programa e Resumos, Porto Alegre, SBSCS, p. 77.

Il est possible, en utilisant la banque de données pédologiques SISSOLOS de l'EMBRAPA, d'y extraire de précieuses informations qui rendent possible l'élaboration d'un inventaire des conditions potentielles et des zones critiques de dégradation des sols du pays. Dans ce travail, les différents paramètres morphologiques et analytiques susceptibles de faciliter un diagnostic préliminaire de l'état et des conditions de dégradation des sols sont examinés. Des exemples d'application sont fournis.

DRUCK, S.; LEPRUN, J.C.; SILVEIRA, C.O. da. 1985. Estudo estatística preliminar do grau de floculação de diferentes latossolos brasileiros. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 20., Belém, PA. Programa e Resumos, Belém, SBSCS, p. 39.

Les lotosols peuvent être considérés comme les sols les plus représentatifs du Brésil compte tenu de leur superficie, de leurs potentialités et de leur mise en valeur. Dans cette étude, trois classes de latosols sont testées, celles des latossols jaunes, des latosols rouges foncés et des latosols « roxos ». Ces sols, qui possèdent des caractéristiques physico-chimiques différentes liées à la nature du matériel d'origine, se comportent de manière différente face aux agressions climatiques et agricoles, à l'érosion hydrique en particulier, mais présentent des valeurs du degré de floculation qui mesure la stabi-

lité structurale, statistiquement proches. Les corrélations obtenues à partir des données contenues dans la banque SISSOLOS suggèrent que des liaisons principalement de type géochimique par les sesquioxydes interviennent dans la structuration des latossols jaunes et rouge foncé alors que dans les latossols « roxos », ces liaisons sont surtout de nature biochimique.

LEPRUN, J.-C.; SILVEIRA, C.C. da. 1985. Variabilité et représentativité du facteur de l'érosivité des pluies. Exemple du Nordeste brésilien (en portugais). III^e symposium national du contrôle de l'érosion, Maringa, Parana, Annales, ABGE, V.1, pp. 173-178.

LEPRUN, J.-C.; SILVEIRA, C.C. da; SOBRAL FILHO, R.M. 1986. Efficacité des pratiques anti-érosives testées sous différents climats brésiliens. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, XXII, (2) : 107-117.

Diverses pratiques culturales antiérosives ont été testées en différentes conditions de climat, sol, pente, pour différentes plantes dans trois régions du Brésil, les régions N.E., C.O et S. Les résultats obtenus mettent en évidence la remarquable efficacité des pratiques culturales et biologiques simples, facilement applicables par les agriculteurs et peu onéreuses. Ces pratiques sont énumérées et discutées.

BORDAS, M.P.; LANNA, A.E.; LEPRUN, J.-C.; SEMMELMANN, F.F. 1987. Diagnostic préliminaire des risques d'envasement des barrages au Brésil (en portugais). VII^e symposium brésilien d'hydrologie et de Ressources en eau, Salvador de Bahia, Annales, V. III, pp. 223-235. Une tentative préliminaire de zonage des risques d'envasement des fleuves et retenues hydroélectriques a été testée à l'aide de trois sources d'informations : les charges solides mesurées par le réseau sédimentologique, les risques d'érosion des interfluvies et les données d'envasement existantes. Le Brésil a pu être ainsi divisé en 18 zones et 5 classes de risques d'envasement.

LEPRUN, J.-C. 1987. L'érosion hydrique dans le Nord-Est du Brésil. In : *Processus et mesure de l'érosion*. Ed. du CNRS, Paris, pp. 541-549.

SRINIVASAN, V.S.; GOMES, H.P.; LEPRUN, J.-C.; SILVA, I.G. 1988. Erosion studies in Sumé, a semiarid region in the northeast of Brazil.- Sediments budgets (*Proceedings of the Porto Alegre Symposium*; dec. 1988), IAHS, Publ. n° 174, pp. 307-314.

LEPRUN, J.-C. 1988. La situation de la conservation du sol et de l'eau au Brésil. Le rôle du Service National de cartographie et de conservation des sols de l'EMBRAPA (SNLCS) (en portugais). Rapport ronéo. multigr. EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, 42 p.
Rapport interne exposant l'état de la situation actuelle des études et problèmes de conservation des sols au Brésil.

LEPRUN, J.-C. 1988. Matière organique et conservation des sols. Exemples brésiliens. *Cah. ORSTOM, sér. pédol.*, vol. XXIV, (4) : 333-334.

Des exemples de données de pertes en terre et en eau couplées à des données de taux de matière organique de parcelles expérimentales mettent en évidence d'étroites corrélations entre ces paramètres. Les régressions trouvées obéissent à des équations de type exponentielles ou de puissance qui laissent apparaître des seuils critiques d'érosion aux environs de 1,5 à 2 %. Ces corrélations ouvrent des possibilités d'estimation de la dégradation agricole de sols par des simples mesures de teneurs en C de l'horizon de surface.

LEPRUN, J.-C.; SANTOS, R.D. dos; CERRI, C.C. 1989. Composition des eaux de percolation des sols de l'Etat de Rondonia (en portugais).- *Geochimica Brasiliensis*, 3 (1) : 23-31.

MOULINIER, M.; AUDRY, P.; DESCONNETS, J.-C.; LEPRUN, J.-C. 1989. Dynamique de l'eau et des matières dans un écosystème représentatif du nordeste brésilien. Conditions d'extrapolation spatiale à l'échelle régionale. Rapport final de l'ATP PIREN, CNRS/ORSTOM/-SUDENE/CNPq, multigr. Recife, 25 p.

- MOLINIER, M.; AUDRY, P.; LEPRUN, J.C. 1989. Modélisation de l'écoulement et de l'infiltration d'un sol brun du Nordeste semi-aride (en portugais).- *Annales du VIII^e Congrès brésilien de Ressources hydriques (ABRH)*, Foz de Iguaçu, Parana, pp. 432-443. .
- MOLINIER, M.; AUDRY, P.; LEPRUN, J.C. 1989. Modélisation du ruissellement et de l'infiltration dans un sol représentatif du Nord-Est semi-aride brésilien (en français et en espagnol). Comm. Sémin. MAPIMI, Inst. Ecologia, Gomes Palacio, Mexique, *Annales*, 8 p.
- LEPRUN, J.C.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; SECHET P. 1989. Utilização do banco de dados pedológicos da EMBRAPA SISOLOS para fins conservacionistas. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 22., Recife, PE, *Programa e Resumos*, Recife, SBCS, p. 254-255.
L'article traite des possibilités d'interrogation et d'utilisation de la banque de données pédologiques SISOLOS dans le domaine plus spécialisé de la conservation des sols et des eaux. Des exemples d'application tels que les relations étroites existantes entre certains paramètres pédologiques et la susceptibilité à l'érosion de certaines classes de sols et leur localisation en fonction de différents types de dégradation sont fournis.
- LEPRUN, J.C. 1989. Etude comparée des facteurs et des effets de l'érosion dans le Nordeste du Brésil et en Afrique de l'Ouest. In : *Les hommes face aux sécheresses. Nordeste brésilien, Sahel africain*. IHEAL & EST-Samuel Tastet Ed. Paris, pp. 139-153.
Les facteurs de l'érosion hydrique, qui sont d'ordre climatique, pédologique, biologique (végétation), hydrique et humain (activités agricoles) et les effets de cette érosion dans deux régions semi-arides, le Nordeste brésilien et le Sahel africain, sont comparés afin de dégager les moyens spécifiques, adéquats et efficaces de défense du sol et de gestion de l'eau dans chacune des deux régions.
- MOLINIER, M.; LEPRUN, J.C.; AUDRY, P. 1989. Effet d'échelle observé sur le ruissellement dans le Nord-Est brésilien. IV^e Séminaire informatique SEMINFOR 4, ORSTOM, Brest. In : « Le transfert d'échelle », pp. 33-41.
- LEPRUN, J.C.; SECHET P. 1990. Uniformização de banco de dados sobre manejo e conservação de solos. Congresso brasileiro e Encontro nacional de pesquisa sobre conservação do solo, 8, Londrina, PR, *Resumos*, SBCS, p. 28.
Cette communication tente d'évaluer le volume de données existantes concernant la conservation des sols brésiliens et expose des essais d'inventaires déjà tentés. Après avoir montré les bénéfices apportés par la réalisation d'une banque de données de conservation des sols, l'élaboration d'un modèle logique d'une banque de ce type est proposée.
- SERRA FREIRE, E.M.; SECHET, P.; LEPRUN, J.C. 1990. Valorização dos dados de solos na região amazônica brasileira. Primeiro Simpósio Internacional de Estudos Ambientais em Florestas Tropicais úmidas, Forest'90, *Resumos*, Manaus, AM, p. 137.
Le Centre de recherche agro-pastoral du tropique humide (CPATU) de Belém possède la plus importante base de données pédologiques concernant l'Amazonie. Cette base regroupe les informations relatives à plus de 2 000 profils complets et à environ 8 000 profils partiels à finalité agronomique. Le total d'échantillons analysés atteint 50 000. Le travail présente différentes applications statistiques permettant la comparaison, la corrélation et l'analyse de variance de paramètres morphologiques et physico-chimiques et ainsi une meilleure caractérisation des sols de l'Amazonie brésilienne. Parmi les exemples donnés on peut citer la répartition de la teneur en alumine libre en fonction de sols, teneur responsable d'une toxicité réduisant les rendements et les relations obtenues entre les paramètres physiques des sols et la nature des formations végétales qui les supportent.
- CARVALHO, C.N. de; LEPRUN, J.C. 1991. Atmospheric deposition for a rural tropical site. Analysis of the relationship between amount of precipitation and chemical composition. *Biogeochemistry*, v. 14, [2] : 99-112.

Les analyses chimiques de Na, K, Ca et Mg réalisées à partir du résidu sec et humide, issues de 230 événements pluvieux et leur traitement statistique permettent de proposer un modèle linéaire inverse qui rend possible le calcul de deux paramètres. L'un de ces paramètres est considéré comme typique de la région étudiée qui indique la composition moyenne de l'eau de pluie du nuage avant la pluie. L'autre représente les particules, aérosols et gaz qui, en circulation dans l'atmosphère avant la pluie, sont entraînés au début de celle-ci et viennent enrichir la charge cationique du sol.

CARVALHO, S.R. de; BRUAND, A.; HARDY, M.; JAMAGNE, M. 1991. Tassement des sols ferrallitiques podzolico vermelho amarelo sous culture de canne à sucre (Etat de Rio de Janeiro, Brésil). Apport d'une analyse de la porosité associée à une connaissance détaillée de la phase minérale. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XXVII, [3] : 195-212.

Ce travail reprend une partie des résultats de la thèse de CARVALHO, S.R. de. Trois parcelles ont été sélectionnées pour étudier le tassement des sols « podzolicos » sous culture de canne à sucre. L'analyse des variations des volumes poreux sous canne à sucre comparées à celles de parcelles sous forêt et sous pâturage permet d'expliquer le tassement que les mesures de densité n'avaient pas mises en évidence.

LEPRUN, J.C. 1992. Sertão brésilien et Sahel africain : écologie comparée de deux régions sèches et conséquences sur l'environnement. In : Colloque « Sédimentologie et Géochimie de la Surface » à la mémoire de G. MILLOT, les Colloques de l'Académie des Sciences et du CADAS, H. PAQUET et N. CLAUER éd. Paris, pp. 127-140. Ce travail intitulé « Brazilian Sertão and african Sahel : compared ecology of two arid regions. Consequences over the environment » doit paraître en anglais dans une collection de Springer-Verlag éd.

L'objectif de ce travail est de tenter d'expliquer, à la lumière de l'examen de nombreux facteurs de l'écologie de deux régions semi-arides situées de part et d'autre de l'Atlantique sur des formations géologiques semblables et soumises à un climat de même type, pourquoi les sols, les eaux, la végétation et leurs inter-relations sont si différents. Le rôle de l'évolution géologique post-jurassique est particulièrement mis en relief. On fait également intervenir l'influence de l'homme et sa gestion particulière des sols et de l'espace pour comprendre les différences de structure et de fonctionnement des écosystèmes caractéristiques des deux régions et dégager les conséquences sur l'environnement.

LEPRUN, J.-C.; SILVEIRA, C.C. da. 1992. Analogies et particularités des sols et des eaux de deux régions semi-arides, le Sahel de l'Afrique de l'Ouest et le Nord-Est du Brésil. In : « L'aridité : une contrainte au développement. Caractérisation-réponses biologiques-stratégies des sociétés ». Coll. Didactiques ORSTOM, Paris, pp. 221-224.

Ce travail tente d'expliquer pourquoi, en dépit de très nombreux points communs (roches, climat), les sols et les eaux de deux régions semi-arides, le Nordeste brésilien et le Sahel africain accusent de si grandes différences.

LEPRUN, J.C. 1993. Influence de la végétation sur l'écoulement de l'eau à différentes échelles et écosystèmes brésiliens (en portugais). Conférence donnée au 1^{er} symposium brésilien de recherches forestières, Belo Horizonte (MG), 11-14 mai 1993, *Annales* pp. 280-299.

LEPRUN, J.C. 1993. Production d'eau par écoulement et de sédiments par érosion dans différents écosystèmes et agrosystèmes brésiliens (en portugais). 1^{er} symposium de Ressources hydriques du Cône Sud, Gramado (RS), Brésil, 7 à 10-11-93, *Anais* 2, pp. 517-524.

PÉDOLOGIE

PROJET ORSTOM/EMBRAPA

RECONNAISSANCE DES SOLS SOUS VÉGÉTATION DE CERRADOS ET LEUR RELATION AVEC LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES EN FONCTION DES PRATIQUES CULTURALES ET DE CONSERVATION

Localisation

Coordination régionale centre-ouest du Service national de cartographie
et conservation des sols de l'EMBRAPA (SNLCS-CRCSO),
Goiânia, Goiás

Chercheur ORSTOM

Philippe BLANCANEUX

Partenaire responsable du projet

Leo D'Arc da COSTA, agronome EMBRAPA

Durée du projet

a débuté en janvier 1990

HISTORIQUE

Origine de l'idée de la formulation des projets

Le Brésil est un pays immense, aux sols très variés, dont le Service national de cartographie et conservation des sols (SNLCS) de l'EMBRAPA n'a pas encore achevé, malgré un énorme travail de prospection, la cartographie systématique à petite échelle. Cet effort devrait être poursuivi sans relâche dans les années à venir pour clore l'**inventaire** et établir une **caractérisation** plus précise des sols, de leur **organisation** tant spatiale que morpho-structurale et, prioritairement, de leur comportement physico-hydrique. Le déplacement continu des frontières agricoles du pays, du sud vers le nord, passe obligatoirement par l'utilisation des sols du plateau central brésilien ou région des « cerrados », c'est-à-dire des savanes. Ces sols sont considérés comme l'option la plus viable pour le futur développement agropastoral du pays.

On assiste donc actuellement à une très forte **pression anthropique** sur ces derniers. Or, les sols de la région centre-ouest du Brésil ne sont pas bien connus et n'ont été cartographiés qu'au niveau exploratoire (1/1 000 000 Projet RADAMBRASIL). Dans une première synthèse de la situation de la conservation et de la gestion des sols faite en 1988, J.C. LEPRUN faisait déjà état du manque de cartes d'aptitudes culturales. On sait seulement que les principaux sols de la région centre-ouest, les latosols, qu'ils soient jaunes, rouge-jaunes ou rouge foncé ou "roxos", sont tous des sols de type ferrallitique, c'est-à-dire très évolués, très désaturés, acides, à teneur élevée en aluminium échangeable, ce qui détermine une immobilisation du phosphore, et donc de faible fertilité chimique naturelle. Un autre facteur important à considérer est le manque de connaissances, même empiriques, de l'évolution à moyen ou à long terme de ces sols, après l'élimination de la végétation naturelle. Cette connaissance est pourtant indispensable à une utilisation rationnelle et à une application adéquate des pratiques culturales. L'agriculture développée actuellement dans cette région s'appuie de plus en plus sur l'utilisation des systèmes artificiels d'irrigation dans le but de palier au déficit hydrique provoqué par l'existence de périodes sèches prolongées en hiver (saison sèche), ou de courtes périodes sèches occasionnelles (« veranicos ») durant la saison des pluies, en été. Les systèmes modernes d'irrigation à pivot central ou autopropulsé, font de plus en plus d'adeptes dans la région. Mais l'implantation de ces systèmes se fait sans une connaissance de base du comportement du sol et des plantes sous ce nouveau régime hydrique. Le système de préparation du sol utilisé dans les zones irriguées est le même que celui appliqué dans les zones non irriguées. Dans les aires irriguées par aspersion mécanisée, l'agriculteur arrive à réaliser au moins deux cultures économiques par an, en supprimant les déficiences hydriques des cultures d'été et en irriguant les cultures d'hiver. Les principales cultures sont le maïs, le soja, le riz, le haricot, la pomme de terre, le petit pois et le blé comme cultures d'hiver. Les successions les plus rentables sont les suivantes : maïs-haricot, soja-blé et maïs-soja. Le système conventionnel de préparation du sol consiste en un labour avec une charrue lourde suivi d'un nivellement. Des systèmes alternatifs comme le labour avec des charrues à disques ou à socs plus légères suivi d'un nivellement sont parfois observés. Un projet de recherche-développement mené conjointement par des équipes du CNPAF de l'EMBRAPA et l'IRAT du CIRAD durant plusieurs années a abouti à la création d'un référentiel fondé sur un diagnostic agro-socio-économique constitué d'unités pérennes de création-diffusion implantées dans des propriétés et des coopératives. La technique du labour profond associée à d'autres pratiques comme les rotations culturales avec le maïs et le soja et à l'utilisation de variétés nouvelles s'est avérée très efficace. En éliminant la semelle de labour et en favorisant un meilleur enracinement, elle permet une meilleure exploitation des éléments nutritifs et une infiltration plus profonde de l'eau et assure ainsi de bien meilleurs rendements. Sa mise en application à grande échelle chez les agriculteurs a commencé et doit être poursuivie. Les systèmes de cultures minimum ou de semis direct sans travail du sol sont en revanche peu employés. Si la pratique du semis direct, largement utilisée dans le Sud du pays se diffusait ; elle entraînerait une économie d'eau et d'énergie et éviterait la dégradation du sol. La culture à base d'amendements chimiques est la plus utilisée avec l'emploi d'engins mécanisés lourds dans certaines zones. L'utilisation de légumineuses comme engrais vert qui permet une augmentation de l'apport organique, est peu pratiquée.

Si dans les conditions originelles, sous couverture végétale de forêt tropicale semi-décidue ou de « cerrados », ces sols sont dotés de bonnes propriétés structurales et ont un bon comportement physico-hydrique, ils se dégradent rapidement, se compactent et deviennent très sensibles à l'érosion lorsqu'ils sont soumis à une agriculture intensive, à une mécanisation lourde et

à une irrigation par aspersion (pivot central) mal contrôlée. Il s'en suit une chute rapide des rendements à laquelle on assiste depuis moins de dix ans.

De plus, le producteur rural de cette région en pleine expansion est, le plus souvent, un immigrant qui arrive des régions sud, sud-ouest ou nord-est et qui ne possède pas de tradition agricole. Dans la majorité des cas d'irrigation par aspersion, le système utilisé qui est celui du pivot central, exige des conditions d'emploi strictes, dont, après enquête, les producteurs locaux sont ignorants.

Il y a donc urgence dans cette région du centre-ouest du Brésil à réaliser une recherche qui puisse déboucher sur des résultats à court terme visant à la recommandation de pratiques culturelles et de méthodes de conservation simples pouvant freiner ou même corriger la dégradation des terres.

Conditions dans lesquelles a démarré le projet

Affecté auprès de l'EMBRAPA/SNLCS, le chercheur français est actuellement basé au CRCO (Coordination régionale du Centre-Ouest) de Goiânia. A son arrivée en janvier 1990, différents projets de recherches avaient déjà été élaborés par l'équipe locale. D'autres étaient en cours d'élaboration. Il manquait toutefois un fil directeur commun à toutes ces **actions de recherches** dispersées et ce fil, ou axe de recherche commune dans le cadre d'un vaste programme, vise à la **caractérisation** et à la **conservation** des sols. Cet **axe de recherche** peut lui-même être divisé en trois **thèmes principaux** qui sont étroitement liés les uns aux autres :

- poursuite de l'inventaire, du levé et de l'expression cartographique des ressources en sols ;
- étude des relations entre types de sols, pratiques culturelles et méthodes de conservation associées ;
- caractérisation par une recherche fondamentale du comportement physico-hydrigue des sols.

Équipes françaises et brésiliennes impliquées

Outre le chercheur français, l'équipe est constituée de neuf chercheurs et techniciens brésiliens du SNLCS. Mais pour la bonne réalisation des programmes de recherches, de nombreux contacts ont été noués sur place au cours de l'année 1990, soit avec des instituts français travaillant au Brésil (CIRAD), soit avec différents instituts de recherches brésiliens, de l'EMBRAPA tels le Centre de recherches sur les « cerrados » (CPAC) de Brasília, le Centre de recherche sur le riz et le haricot (CNPAP) de Goiânia, le Centre de recherche sur le maïs et le sorgho (CNPMS) de Sete Lagoas (MG), sans oublier le siège du SNLCS de Rio de Janeiro. Par ailleurs d'étroites relations ont été également établies avec des universités ou facultés brésiliennes, telles l'université de São Paulo (SP), l'université d'Etat de Londrina (PR), la faculté d'agronomie de Goiás, la faculté de géographie de Morrinhos (GO). Enfin des coopérations nouvelles se forment dans le cadre de ces projets avec des organismes brésiliens de recherches ou d'applications de ces dernières (IBGE, EMATER, etc...), en collaboration avec des instances diverses de l'Etat de Goiás (préfecture, secrétariat à l'Agriculture) au sein desquelles l'équipe du projet joue actuellement un rôle de coordination de différents projets élaborés ou en cours d'élaboration. Ces projets visent à l'aménagement rationnel et à la protection des ressources de la région (municipe de Goiânia et Etat de Goiás).

Par ailleurs, ont été jeté grâce à ces projets de recherches, les bases d'une collaboration encore plus ample qu'une simple collaboration France/Brésil, puisqu'elle se développe au sein

d'organismes des autres pays appartenant au Cône Sud, Argentine (INTA), Uruguay (EEA, INTA), Paraguay (CIMMYT), Chili (Inst. LA PLATINA).

Du côté français, outre les laboratoires propres de l'ORSTOM (Bondy, Montpellier, Cayenne), des contacts ont été également noués en vue d'une collaboration avec des laboratoires extérieurs, tels que ceux de l'INRA à Orléans et de l'ENSA de Rennes.

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS PRINCIPALES

Intitulé des projets

Inventaire et expression cartographique des ressources en sols (thème 1)

Dans le cadre de ce premier thème de recherche s'intègrent différents projets en cours, à savoir :

- a) collecte de données de base sur les sols et les eaux du micro-bassin pilote de l'État de Goiás situé à Morrinhos,
- b) collecte de données de base sur les sols de Sylvânia (GO),
- c) catalogue pour l'identification des principaux sols des « cerrados » du Brésil. Aspects d'utilisation et de conservation associées,
- d) établissement de cartes d'aptitudes culturales et pédoclimatiques de l'Etat du Goiás.

Objectifs

Les objectifs visés dans ce thème sont d'acquérir une meilleure connaissance des sols, de leur organisation spatiale dans le paysage, de leur caractérisation morpho-structurale et physico-chimique, de même que de leur gestion actuelle, en s'appuyant sur des études topo-séquentielles réalisées parallèlement au levé cartographique effectué suivant les méthodes conventionnelles. Il a fallu tout d'abord convaincre les pédologues de l'équipe de l'intérêt de cette approche nouvelle qu'ils ne pratiquaient pas.

Étude des relations entre types de sols, les pratiques culturales et les méthodes de conservations associées (thème 2)

Cette étude regroupe plusieurs actions de recherches menées sur le terrain en étroite collaboration avec des agriculteurs dans plusieurs régions de l'Etat de Goiás, ou réalisées dans les diverses stations expérimentales de l'EMBRAPA à Goiânia. Ces différentes actions de recherches concernent :

- a) **l'effet de l'introduction d'engrais vert sur la productivité des latosols rouge foncé** de la région centre-ouest supportant des cultures diverses, irriguées ou non, telles que maïs, soja, haricot, riz, manioc... Ces études sont actuellement menées dans les stations expérimentales de l'EMBRAPA (SNLCS et CNPAF) de Goiânia.
- b) **l'étude des systèmes de préparations culturales des sols en agriculture irriguée par aspersion** (pivot central et line-source) dans la région centre-ouest du Brésil. Cette étude est actuellement réalisée à la station expérimentale du SNLCS de Goiânia et à Rio Verde (Goiás) en étroite collaboration avec des agriculteurs.
- c) **l'étude du phénomène de compactation** suivant les différents systèmes de préparation culturale des sols sous végétation de « cerrados ». Cette recherche est orientée par le cher-

cheur français dans les stations expérimentales du SNLCS et du CNPAF de Goiânia, sur le bassin versant pilote de Morrinhos ; à Rio Verde, avec des exploitants agricoles et à Sylwânia dans le cadre d'une collaboration SNLCS/ORSTOM/CPAC/CIRAD.

- d) la détermination des pertes en sol, eau et fertilisants, sur un latosol rouge, à la station expérimentale du SNLCS de Goiânia.

Objectifs

Les objectifs de ces différentes actions de recherches sont complémentaires de ceux du thème 1. Il s'agit de déterminer les relations entre la dégradation des sols soumis à différentes pratiques culturales et les méthodes de conservation qui leurs sont associées. Il s'agit également de caractériser et de quantifier le phénomène de compactation des sols ; d'étudier les entraves à la croissance des racines et des mouvements de l'eau dans les sols, qu'ils soient irrigués ou non, en comparant entre eux différents systèmes de préparation du sol afin de proposer des pratiques culturales alternatives qui évitent la compactation. Il s'agit enfin de recueillir des données de base sur les sols et les eaux à partir d'études pluridisciplinaires en microbasins expérimentaux ou en cases lysimétriques et ce, en relation avec divers systèmes culturaux et pratiques de conservation actuellement utilisées par les agriculteurs.

Étude de la caractérisation par une recherche fondamentale du comportement physico-hydrigue des sols du Brésil central et méridional, qui soumis à une agriculture intensive, subissent des transformations d'ordre structural, lesquelles modifient défavorablement leurs caractéristiques physiques et leur fonctionnement hydrique originels (Thème 3)

Objectifs

Il s'agit d'une part de préciser les informations obtenues dans les études du thème 2 ; d'autre part ; de compléter celles qui existent et sont stockées dans la Banque de données des sols de l'EMBRAPA, où plus de 3.000 profils de sols sont décrits et caractérisés physico-chimiquement, mais pour lesquels font cruellement défaut les paramètres relatifs à leur comportement physico-hydrigue, notamment, densité, porosité, perméabilité, etc.

Dans un premier temps, il est prévu de se limiter aux principales unités de sols, qui seront caractérisés dans leur condition de végétation naturelle et en particulier aux sols qui présentent actuellement de sérieux problèmes de dégradation structurale lorsqu'ils sont soumis à une agriculture intensive (Latosols « roxo » ou rouge foncé).

Cette étude, en cours de définition, sera menée conjointement au SNLCS de Rio de Janeiro avec S. ROMERO, A. BRUAND et J-C. LEPRUN.

ACTIVITÉS SECONDAIRES

(Participation à d'autres projets)

Parallèlement aux programmes de recherches propres au SNLCS, l'encadrement de certains projets de défense de l'environnement et des ressources naturelles renouvelables de l'Etat de Goiás ou du municipe de Goiânia est assuré, et ce, à la demande des services de la préfecture et du secrétariat à l'Agriculture de cet Etat, dans le cadre d'un accord signé avec la Présidence de l'EMBRAPA.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

On déduit de tout ce qui a été exposé précédemment, que l'utilisation et la préparation culturale correcte des sols du Centre-Ouest du Brésil devraient pouvoir contrecarrer les processus de dégradation en augmentant les teneurs en matière organique par incorporation, en améliorant l'agrégation du sol, la rétention en eau, la capacité d'échange, et en diminuant le temps d'exposition du sol à l'érosion. Par ailleurs, les pratiques culturales correctes des sols, associées à l'irrigation, peuvent conduire à une importante économie d'eau.

En ce qui concerne les pertes par érosion, les premiers résultats, après deux années de mesures sur le même type de sol, vont dans le même sens que ceux qui ont été obtenus près de Brasília au CPAC (EMBRAPA/SNLCS, 1991).

En terme d'**érosion**, ces résultats à l'échelle du Brésil sont impressionnants puisque, après une récente et intense exploitation avec le soja, le bassin du Haut Taquari situé dans le Mato grosso do Sul, montre déjà des concentrations moyennes annuelles de sédiments de l'ordre de 330 g par litre, qui menace l'équilibre écologique du Pantanal.

La plupart des projets de recherches coordonnés actuellement par l'équipe du projet s'appuient sur une caractérisation aussi précise que possible des sols et principalement de leur état structural, de leurs caractéristiques physiques et de leur comportement physico-hydrique, soit dans leur milieu naturel, sous végétation de forêt tropicale semi-décidue ou de « cerrado », soit lorsqu'ils sont soumis à différents traitements culturaux. Un groupe de réflexion sur la méthodologie du **profil cultural** a donc été constitué et s'inspire de celle proposée par GAUTRONNEAU et MANICHON en 1987 modifiée par une proposition de caractérisation analytique, indispensables à une évaluation précise du comportement physico-hydrique des sols (voir les publications en fin de dossier).

Certains travaux très prometteurs ont permis de tester et d'appliquer avec succès des méthodes adaptées. Il s'agit en premier lieu de techniques d'utilisation de la matière organique et de la préparation du sol et des ressources en eau ; de la mécanisation agricole et de la stratégie d'utilisation du sol. Les programmes de coopération franco-brésiliens développés par le CNPAF et le CIRAD ont démontré que la préparation du sol est un facteur déterminant et limitant de la productivité de certaines cultures comme le riz sec ou le haricot. Une expérimentation réalisée à la station expérimentale de l'EMBRAPA/SNLCS-CRGO de Goiânia sur un latosol rouge foncé sous aspersion par pivot central a montré que pour la culture du haricot, les rendements pouvaient être doublés par la simple préparation culturale du sol. En effet, différentes techniques de préparation culturales ont été testées dans des parcelles expérimentales. En comparant les rendements obtenus pour différents types de labours et en semis direct sans préparation du sol, il a été montré que le traitement par charrue à socs était celui qui donnait la meilleure productivité, avec une augmentation de 105 % des rendements de haricot par rapport au traitement par labour « lourd » traditionnel qui reste malgré tout le système de préparation culturale le plus utilisé dans la région. Cette augmentation de la productivité est également notable pour les autres traitements comme la charrue à disques (65 %) et la plantation directe (47 %) qui constituent donc des alternatives viables de préparation des sols irrigués par aspersion.

La densité des racines fut significativement plus importante dans le traitement par labour profond, approximativement le double que dans le traitement par charrue à socs. Il a été montré

également qu'il n'est pas nécessaire que les racines pénètrent très profondément dans le sol, car l'eau et les éléments nutritifs se trouvent disponibles dans les vingt premiers centimètres.

Les premiers résultats sur les propriétés physiques des sols (densité, rétention d'eau, distribution de la porosité...) ont mis en évidence en particulier l'effet de la distribution et de la taille des pores sur la productivité des cultures, l'incidence des macropores étant directement proportionnelle à la productivité obtenue. Ces premiers résultats doivent être considérés toutefois avec prudence et devront être confirmés.

En ce qui concerne le riz, une technique originale et efficace de préparation du sol a été élaborée par des chercheurs du CIRAD (L. SEGUY et M. BOUZINAC) consistant en un labour profond en sol humide, puis trituration du résidu de culture sans pulvérisation avant le semis. Des systèmes de rotation maïs-riz et légumineuses-riz, associées aux précédentes techniques sont introduites pour améliorer le profil cultural. Les bénéfices en termes de rendements sont là aussi très importants. Quelques milliers d'hectares, notamment chez les petits et moyens agriculteurs de la région, ont déjà été préparés de cette manière de façon spontanée. Quand on sait que le plus grand problème de toute recherche agronomique réside dans l'adoption des résultats obtenus par les agriculteurs, on peut juger ici du succès de cette recherche.

Communications, participations aux manifestations scientifiques

Congrès et symposium nationaux :

- Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz (RENAPA). Goiânia, GO, 04-08 de junho de 1990.
- VIII^e Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina, PR. 22-29 de julho de 1990.
- Reunião sobre Metodologia de Pesquisa e Manejo do Solo. CNPT/EMBRAPA. Passo Fundo, RS, 4 a 7 de dezembro de 1990.
- Reunião sobre Metodologia do Perfil Cultural ; Londrina, PR. Universidade Estadual, Centro de Ciências Agrárias, 4 a 8 de fevereiro de 1991.

Conférences

31/10/1990 - Ministère de l'agriculture. Délégation fédérale de l'agriculture de Goiânia.

Titre : Présentation de l'ORSTOM. Objectifs, structure de direction, effectifs, budget, structures scientifiques. L'ORSTOM dans le monde et au Brésil.

05-07-1990 - Auditoire du CREAGO, secteur universitaire, Goiânia. Dans le cadre du Programme national de recherche en pratique culturale et en conservation des sols. Réunion d'évaluation des projets de recherches de la région centre-ouest du Brésil.

Titre : Connaissance de l'organisation des sols dans le paysage. Un préalable indispensable à la cartographie des sols et à l'évaluation des terres.

15-04-1991 - École d'agronomie de l'université fédérale de Goiás.

Titre : Méthodes d'études de la caractérisation de l'état structural et du comportement physico-hydrique des sols.

21-05-1991 - EMATER-GO (Entreprise d'assistance technique et d'extension rurale de Goiás), Goiânia.

Titre : Une couverture pédologique de l'Etat de Goiás (Morrinhos). Organisation, fonctionnement et conséquences.

11-06-1991 - IBGE (Institut brésilien de géographie et de statistique), Goiânia.

Titre : Connaissance de l'organisation des sols du Brésil central à l'évaluation des terres. Un exemple de toposéquence de l'Etat de Goiás.

Manifestations organisées (Congrès, séminaires, colloques, journées de terrain)

Réunions sur la méthodologie du profil cultural avec F. de GUIMARÃES, professeur au Centre de sciences agraires à l'université de Londrina. Ont participé à cette réunion des chercheurs de l'ensemble du cône sud (Argentine, Uruguay, Paraguay et Brésil), ainsi que du Chili.

Des **journées de démonstration** sur le terrain des différentes techniques utilisées pour la caractérisation des sols soumis à différents traitements culturaux (profil cultural) sont régulièrement organisées soit à la station expérimentale du SNLCS-CRGO, soit à la station de l'EMBRAPA/CNPAP de Goiânia. Ces démonstrations sont faites soit aux étudiants de la faculté d'agronomie de Goiás, soit aux techniciens de l'EMATER (Organisme d'extension rurale) ou d'autres institutions de recherches agronomiques ou même à des exploitants agricoles.

PARTENARIAT ET FORMATION

Stagiaires brésiliens envoyés en France ou formés sur place

La contribution à la formation d'ingénieurs et de techniciens brésiliens du SNLCS sur place est une occupation journalière car elle s'effectue soit sur le terrain au cours des différents levés cartographiques, soit au laboratoire.

En ce qui concerne les **stages de formation** dans les laboratoires de l'ORSTOM à Bondy ou à Montpellier, durant l'année 1990, J.R. CORREA a effectué un séjour d'un mois en France ; en 1991, P.L. de FREITAS a également effectué dans les mêmes laboratoires, un stage de formation aux techniques de caractérisation structurale et du comportement physico-hydraulique des sols (rétractométrie, micromorphologie, porosimétrie, caractérisation de l'état structural et de la fraction organique des sols...).

Cours dispensés

Il s'agit d'une participation à la formation de techniciens, chercheurs ou étudiants qui s'effectue par des cycles répétés de conférences réalisées auprès de différents organismes de recherches, d'universités ou de ministères (Agriculture, Industrie), dans le domaine de l'expression cartographique des ressources en sols et de méthodes de conservation (lutte contre l'érosion) nécessaires à la préservation de l'environnement. Ont ainsi été effectuées, à la demande d'instances scientifiques diverses, en 1990, des conférences : au Ministère de l'agriculture de Goiás ; à l'auditoire du Conseil régional de l'ingénierie, de l'architecture et d'agronomie de Goiás et du Tocantins (CREA-GO), à l'Ecole d'agronomie de l'université fédérale de Goiás (étudiants de 3^e et 4^e année), à l'EMATER (Entreprise d'assistance technique et d'extension rurale), au SNLCS-CRGO, à l'IBGE (Institut brésilien de géographie et de statistique) de Goiânia. Ces conférences audiovisuelles ont une durée moyenne de deux heures.

Autres tâches et activités de service

Le rôle de consultant du chercheur français auprès de l'EMBRAPA prévoit des actions à l'échelle nationale. Ces missions peuvent être réalisées en fonction du caractère prioritaire et d'urgence jugé par la direction du Service national de cartographie et de conservation des sols de Rio de Janeiro.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL.

Compte tenu de ce qui a été exposé concernant l'urgence des connaissances à acquérir en vue d'une conquête rationnelle de nouvelles terres agricoles dans la région centre-ouest du Brésil et des problèmes à résoudre en ce qui concerne la dégradation accélérée de ces terres nouvellement mises en valeur, le projet de coopération ORSTOM/EMBRAPA est jugé prioritaire à l'échelon national. Le rôle joué dans la coordination et la participation directe aux programmes d'inventaires et de conservation, se double d'un rôle de formation aux méthodologies nouvelles d'expressions cartographiques et d'analyses des sols.

Suggestions du chercheur français pour un renforcement de la coopération

Il est souhaitable qu'un effort supplémentaire soit fait en ce qui concerne l'accueil et la **formation** dans nos laboratoires de chercheurs brésiliens dans le domaine des nouvelles technologies, sous peine de les voir se détourner de l'Europe. Or, les conditions actuelles semblent propices à une évolution des mentalités et la **pédologie française** semble attirer de plus en plus de chercheurs nationaux en France, compris ceux initialement formés aux Etats-Unis.

En ce qui concerne les conditions matérielles, l'ORSTOM fournit sa contribution. Toutefois **l'éloignement** des laboratoires, la **trop longue période continue d'expatriation**, l'isolement relatif des chercheurs **obligent** à multiplier les contacts extérieurs nécessaires au bon développement des programmes de recherches. Ces contacts mobilisent temps et argent mais sont **indispensables**.

Ainsi, le **Centre ORSTOM de Cayenne**, devrait être **intégré** à la majorité de nos actions de recherches au Brésil, en particulier pour tout ce qui touche à l'aménagement rationnel du territoire et à l'exploitation de ses ressources naturelles.

Il est par ailleurs malheureux qu'au sein même de notre Institut, des **programmes multidisciplinaires** tel celui proposé avec l'hydrologie pour l'étude du bassin pilote de Morrinhos n'ait pu aboutir pour différentes raisons, financières en particulier. Une autre suggestion tenant compte de la taille de ce pays, est la nécessité pour l'ORSTOM d'ouvrir davantage son atelier de télédétection aux stagiaires brésiliens qui nous consultent régulièrement sur cette spécialisation.

De ce point de vue, il serait souhaitable que l'ORSTOM fasse réaliser le plus rapidement possible une **plaquette** indicatrice des différents ateliers susceptibles d'accueillir des chercheurs souhaitant une **formation** de télédétection. Il devrait en être ainsi également pour les différents laboratoires de Bondy (hydrophysique, minéralogie, micromorphologie, formations superficielles, pétrologie de la surface, microscopie électronique, etc.) ; de Montpellier (hydrologie, comportement des sols cultivés, constituants et dynamique de la matière organique des sols, conservation des sols entre autres). Toujours dans la même optique, il est suggéré que

soient établis en France (l'ORSTOM jouant un rôle fédérateur et coordinateur) **des liens étroits entre les divers organismes et instituts de recherches français** (INRA, IRAT, CIRAD, ENSA...) **et les universités** susceptibles d'accueillir les chercheurs étrangers, afin de mener de la façon la plus efficace possible cette formation de la recherche par la recherche qui, demain, aura des retombées positives sur notre rayonnement scientifique. Les témoignages des partenaires brésiliens du projet vont tous dans le sens de cette harmonisation et d'un renforcement de la coopération bilatérale.

PUBLICATIONS

FREITAS, P. L. de ; BLANCANEUX, Ph. 1990. Metodologia de Pesquisa em Manejo do Solo : Estrutura e Porosidade do Solo. EMBRAPA/SNLCSCRCO, Goiânia et ORSTOM. Réunion technique, Passo Fundo, RS, 04 au 07-12-190.

BLANCANEUX, Ph. 1990. Organização pedológica. Erosão e Monitoramento Hidrológico de uma Microbacia da Amazônia [Guiana Française]. VIII Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Conservação do Solo. Londrina, PR. 22-29 de julho de 1990.

BLANCANEUX, Ph. ; KER, J.C. 1990. Bem conhecer os solos para melhor utilizá-los. Contribuição ao conhecimento da organização dos solos na paisagem : um pré-requisito indispensável para a cartografia dos solos e a avaliação das terras. ORSTOM et EMBRAPA/SNLCSC.

BLANCANEUX, Ph. ; FREITAS, P.L.de ; AMABILE, R.F., CARVALHO, A. de. 1992. Le semis direct et les méthodes alternatives comme pratiques de conservation des sols sous végétation de « cerrados » du Goiás, Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Pédologie, Spécial érosion* 1992, à paraître.

Les déterminations physico-chimiques reliées aux caractéristiques morphostructurales des sols (méthode du profil cultural analysant la structure, la matière organique, l'activité biologique, le développement et l'orientation du système racinaire, la porosité à différentes échelles d'observation) sont évaluées en relation avec la productivité des cultures sous différents systèmes culturaux utilisés dans la région centre-ouest du Brésil. Les résultats obtenus indiquent que la pratique culturale dite du semis direct sur chaume ou « zerotillage » sans préparation du sol, apparaît comme un excellent moyen de contrôle de l'érosion et de la conservation des sols dans les conditions climatiques adverses des « cerrados ».

PÉDOLOGIE-AGRONOMIE

PROJET ORSTOM/CNPq

LA MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS ET SES FONCTIONS DANS LES ÉCOSYSTÈMES TROPICAUX DU BRÉSIL.

Localisation

Centre d'énergie nucléaire appliquée à l'agriculture
(CENA), dépendant de l'USP, Piracicaba, SP

Responsable français du projet

Boris VOLKOFF, pédologue

Responsable brésilien du projet

Carlos Clemente CERRI, chercheur puis directeur de CENA

Equipe française à temps complet

Francis ANDREUX, ingénieur CNRS, agropédologue (1986-1989)
et Thérèse CHONE, ingénieur CNRS (1986-1988) tous deux en poste d'accueil ORSTOM ;
Thierry DESJARDINS, boursier MAE, pro parte, (1988-1991)

Equipe française à temps partiel ou en mission

Boris VOLKOFF, pédologue (1983-1993) ; Armand CHAUVEL, pédologue (1983-1992) ;

C. FELLER, pédologue

Equipe brésilienne

Carlos Clemente CERRI, chercheur du CENA, coordinateur ; Brigitte de Paula EDUARDO ;

Marisa de Cássia PICCOLO ; Jener F. Leite de MORÃES ;

Geraldo César ROCHA ; Nilton HIGA.

Durée du projet

de 1983 jusqu'à présent

HISTORIQUE

L'université de São Paulo (USP) et notamment ses implantations de Piracicaba, l'École supérieure d'agronomie « Luiz de Queiroz » (ESALQ) et le Centre d'Études nucléaires appliquées à l'agriculture (CENA), entretiennent avec l'ORSTOM de très anciennes relations. Sur le thème qui nous intéresse ici, c'est dans le courant des années 1970 qu'ont commencé les collaborations informelles. Le CENA, qui dépend tout à la fois d'une université et d'une Commission nationale de l'énergie nucléaire (CNEN), est un interlocuteur privilégié de l'Agence des

Nations unies pour l'énergie atomique (IAEA), et est donc une plaque tournante pour les experts internationaux du domaine. Il offre par conséquent des possibilités intellectuelles et matérielles rares, de travailler dans les domaines tels que la radiochimie ou la géochimie isotopique, au service des études de fertilité ou de biologie des sols.

En 1976, le professeur NEPTUNE, chef du Département des sols de l'ESALQ et responsable du laboratoire de chimie des sols du CENA, qui désire développer l'étude de la matière organique des sols au CENA, demande à B. VOLKOFF, alors en poste à l'Institut de géosciences de l'USP de prêter sa collaboration au CENA. Les recherches portaient alors sur la caractérisation des humus tropicaux et entraient dans le cadre du projet ORSTOM/USP de São Paulo sur les sols ferrallitiques de l'ensemble du Brésil.

A partir de 1983, la collaboration a été formalisée par l'accord CNPq/ORSTOM sur l'actuel projet qui porte sur **la matière organique des sols et ses fonctions dans les écosystèmes tropicaux du Brésil**.

C'est au CENA de Piracicaba que se poursuit ce programme. Vers 1984, est projeté le Programme d'écologie de base du bassin amazonien (PEBA), par les autorités brésiliennes, en relation avec l'IAEA. A cette époque, C.C. CERRI, chercheur en chimie du sol au CENA et coordinateur du projet, alors en visite en France, rencontre au Centre de pédologie biologique (CPB) de Nancy-Vandoeuvre, Thérèse CHONE et Francis ANDREUX. Il leur fait part de l'éventualité de l'ouverture par l'ORSTOM de postes d'accueil sur ce programme. Quelques mois plus tard, un projet est déposé, appuyé par les responsables CNRS, directions scientifique et comité national des deux chercheurs du CNRS. Pour construire ce projet, de nombreux contacts sont pris avec les chercheurs ORSTOM déjà engagés dans des collaborations avec le Brésil, en premier lieu B. VOLKOFF, puis C. FELLER, avec lequel des relations étaient établies depuis de nombreuses années sur d'autres sujets tropicaux. Le couple est invité ensuite par A. CHAUVEL et Y. LUCAS début 1986, et fait un voyage au Brésil à l'occasion de la mise en route de l'ATP « Latérites » (Programme « PIRAT ») et d'un programme du MRT sur l'écosystème amazonien.

Ces contacts, et bien d'autres, devaient aboutir à l'affectation de F. ANDREUX et T. CHONE à Piracicaba en mai et juillet 1986, respectivement, après une mission exploratoire de F. ANDREUX à Manaus en février 1986, en tant que expert de l'IAEA, au premier « workshop » du PEBA, devenu « Projet amazonien 001 ».

OBJECTIFS

Les principaux objectifs du projet sont de mieux comprendre les interactions entre le sol, la plante et les différents facteurs du milieu, au travers de l'étude de la dynamique des matières organiques, considérées comme le plus mal connu des facteurs de formation et de fertilité des sols. Pour cela, une grande variété de situations-tests ont été sélectionnées parmi les écosystèmes naturels et cultivés du Brésil.

MÉTHODES ET MOYENS

Les études s'appuient d'abord sur une recherche de terrain, comportant la description des sites et des sols et l'échantillonnage de ces derniers. La phase analytique comprend la caractérisation micromorphologique, physique et chimique des sols, une place importante étant faite

aux constituants organiques et à leur répartition au sein de fractions séparées par des méthodes normalisées. L'infrastructure du CENA permet d'accéder à des moyens lourds d'analyse élémentaire des principaux éléments chimiques, ainsi que d'analyse isotopique, en abondance naturelle (^{13}C , ^{15}N) ou en enrichissement (^{14}C , ^{15}N).

Les approches expérimentales sont également largement développées. Sur le terrain ces approches sont constituées par l'étude de la décomposition des résidus des plantes, ou par la collecte périodique de gaz carbonique dégagé par le sol, ou encore par le prélèvement de solutions aqueuses percolant dans les sols.

PRINCIPALES ACTIVITÉS

Le programme ORSTOM-CNPq, très vaste, et dont les activités de recherche sont orientées vers la matière organique du sol, présente trois niveaux principaux d'actions par rapport au contexte local :

- d'abord fournir une connaissance de base d'ordre morphologique, physique et chimique sur les couvertures pédologiques du Brésil (**l'histoire et la dynamique actuelle des sols**). Ce sont essentiellement les activités développées par B. VOLKOFF qui sont tournées plus précisément vers l'étude des relations entre les organisations pédologiques et les phénomènes biologiques liés au recyclage du carbone dans le sol. Il s'agit principalement d'un travail d'encadrement d'étudiants français (doctorat) et brésiliens (post-graduation : mestrado et doctorat). Les études sont conduites sur un certain nombre de sites expérimentaux distribués dans les principaux sous-écosystèmes amazoniens (São Gabriel da Cachoeira, Manaus, Tefé, Capitão Poço, Paragominas, Altamira, Alta Floresta, Rondônia) ;
- faire porter, ensuite, l'accent sur les relations entre sol et couverture végétale, **sous l'angle régional et écologique** (forêt amazonienne, « cerrado » ou savane, « campo »...) **ou sous l'angle économique** (défriche suivie d'élevage ou de culture) ;
- enfin, intégrer sur un ensemble de sites définis aux niveaux précédents, différentes méthodes, notamment celles de la géochimie isotopique (^{13}C), de la biochimie (marquage ^{14}C et ^{15}N) et de la chimie organique analytique. Ces activités ont été développées plus précisément par T. CHONE, F. ANDREUX et C. FELLER.

Dans le cadre de ce dernier niveau d'actions, ont été distinguées, au départ, cinq opérations de recherche comprenant :

- **des expérimentations au laboratoire : rhizodéposition et exsudation racinaire ;**
- **des expérimentations au champ ; quantification des formes organiques solubles et des éléments nutritifs, sous forêt et sous défriche ;**
- **des expérimentations comparées au champ et au laboratoire ; décomposition de litières forestières et prairies, respiration du sol ;**
- **des comparaisons de sites d'histoires culturelles connus, en vue de reconstituer l'évolution dans le temps des teneurs en carbone organique et de ses principales formes au sein de l'humus.**

Dès 1986, les chercheurs français ont commencé, avec différents collègues et stagiaires brésiliens et français, à couvrir chacune de ces opérations, et certaines expériences mises en place continuent à être exploitées à ce jour. Cependant, c'est surtout la dernière opération qui a mobilisé le plus de collaborations et s'est traduite par le plus grand nombre de publications.

Le programme s'est, en effet, intéressé principalement à la **dynamique des apports, des transferts et des pertes de matières organiques**, en fonction des variations du couvert végétal.

La plus grande partie du temps a été consacrée au programme amazonien, mis en place d'abord sur deux stations expérimentales, en Amazonie centrale (Nord de Manaus) et orientale (région de Belém). Cette phase a été dominée par l'installation dans chaque site de dispositifs de collecte de la solution du sol (avec les aides respectives de l'INPA et de l'EMBRAPA), puis par des campagnes régulières d'échantillonnages de sols et d'eaux.

Un programme sur l'influence du défrichement et de la mise en culture sur le statut organique des sols du Brésil, mis au point par C.C. CERRI et C. FELLER en 1984, a été développé. Les successions forêt-canne à sucre et les variations du stock organique d'une monoculture de canne à sucre de 50 ans ont été étudiées.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Les résultats obtenus améliorent le niveau des connaissances permettant la description des mécanismes du recyclage du carbone dans le sol, l'appréciation de l'effet des facteurs pédologiques et climatiques et la mesure de l'impact du défrichement et de la mise en culture sur le fonctionnement biologique des sols d'Amazonie.

Les variations du stock organique d'un latosol rouge de l'Etat de São Paulo sous monoculture de canne à sucre durant 50 ans sont établies en fonction des compositions isotopiques différentes (^{13}C) de la matière organique de la forêt et de celle de la culture qui lui a succédé, ces différences étant transmises à la matière organique du sol actuel. On peut ainsi, pour une durée quelconque de culture, calculer la répartition du carbone des deux sources à toute profondeur du sol. Dans le cas étudié, après 50 ans, le stock organique de la couche arable a diminué de près de 50 %, mais est constitué par près de 50 % de matières jeunes, dérivées de la culture, et faiblement stabilisées dans le sol. Ces travaux ont donné lieu à deux thèses, une publication dans une revue internationale et un chapitre dans un ouvrage méthodologique (cf. la liste des publications commentées). L'expérience tirée de cette étude a commencé à être transposée aux successions forêt-prairies, grâce à l'existence de sites récemment déforestés aux côtés d'autres occupés par des pâturages depuis plus de dix ans.

Pour ce qui a trait aux écosystèmes naturels examinés principalement en milieu forestier, le projet étudie l'origine, la nature et le rôle de la matière organique en tant que source d'éléments nutritifs et d'énergie pour les organismes vivants du sol, en tant qu'agents de l'altération des roches, et finalement en tant que vecteur du transfert des ions nutritifs en direction des plantes, ou, s'ils sont perdus, vers les bas de pente ou les couches profondes du sol.

Avec la multiplication des sites d'études répartis dans toutes les grandes régions du Brésil, et principalement en Amazonie, la dynamique du carbone organique, appréhendée sur différents substrats et sous écosystèmes naturels et anthropisés, a été largement précisée. En Amazonie, les effets du brûlis et de la mise en culture sont étudiés conjointement sur le cycle du carbone et de l'azote, l'activité faunique et microbienne du sol, et la solubilisation de ses réserves nutritives.

La liste commentée des principaux travaux publiés donnent une juste idée de l'importance des résultats obtenus dans le cadre de ce projet et de leur valorisation.

PARTENARIAT ET FORMATION

Encadrement de thèses et mémoires

CERRI, C., nov. 1986 - Dinâmica da matéria orgânica do solo agrossistema cana-de-açúcar. Tese de Livre Docência, ESALQ-USP. F., ANDREUXO, **Conseiller technique du candidat** pour le concours de « Livre Docente ».

MARTINS, P.F.S., mars 1987 - Propriedades de solos sob floresta natural e sua alteração em consequência do desmatamento e cultivo na Amazônia Oriental. Tese Doutor em Agronomia, ESALQ-USP, Brésil. F. ANDREUX, **membre du jury et co-orientateur** des travaux d'interprétation et de rédaction depuis juillet 1986.

FIEGL de PAULA EDUARDO, B., avr. 1987 - O ^{14}C como traçador do carbono assimilado pelas plantas (milho, cana-de-açúcar, feijão) e sua liberação ao solo. Dissert. de Mestrado Energia Nuclear na Agricultura, CENA-USP, Brésil, 142 p. F. ANDREUX, **membre du jury**.

MARIE, Ph., sept. 1990 - Evolution de la matière organique sous prairie cultivée après brûlis forestier dans un sol ferrallitique d'Amazonie brésilienne. DEA. de pédologie, Nancy, 40 p. F. ANDREUX et T. CHONE, **co-responsables de l'encadrement. Ce travail a obtenu le prix de DEA de l'association française pour l'étude du sol.**

DESJARDINS, Th., juin 1991 - Variations de la distribution de carbone total et ^{13}C dans les sols ferrallitiques du Brésil. Modifications consécutives à la déforestation et à la mise en culture en Amazonie orientale. Thèse doctorat, univ. Nancy I, 144 p. F. ANDREUX, **co-responsable de l'encadrement, avec B. VOLKOFF et C. CERRI.**

PAVANI, C., sept. 1991 - Influence de la déforestation et des systèmes de culture sur l'humus et les organisations biologiques des sols en Amazonie orientale. DEA. de biologie forestière, Univ. Nancy I, 43 p. F. ANDREUX, **responsable de l'encadrement.**

Cours dispensés

Cours « **Matière organique** » de la formation de post-graduation ESALQ-CENA.

ANDREUX (F.), 1986 - Funções da matéria orgânica nas propriedades químicas do solo, 9 heures.

ANDREUX (F.), 1986 - Os principais métodos de estudo dos óxidos e hidróxidos do solo, 3 heures.

ANDREUX (F.), 1987 - Natureza e papeis das matérias orgânicas do solo, 6 heures.

CHONE (T.), 1988 - Fraçãoamento e caracterização da matéria orgânica do solo, 3 heures.

CHONE (T.), 1988 - Séances de travaux pratiques sur le thème « matière organique », 9 heures.

Conférences réalisées dans d'autres organismes

ANDREUX (F.), 1987 - Conférence sur la recherche pédologique en France. Instituto Agronômico do Paraná Londrina.

ANDREUX (F.), 1988 - Influence de la matière organique sur les propriétés des sols cultivés. Conférence à l'université fédérale de Curitiba, Paraná, Institut de géologie.

Stage pour les chercheurs de l'EMBRAPA : « Utilisation des isotopes en agriculture »

CHONE (T.), 1987 - L'utilisation des isotopes ^{14}C et ^{15}C dans l'étude des matières organiques. Stage pratique.

ANDREUX (F.), 1987 - L'utilisation des isotopes, en particulier ^{14}C et ^{15}N , dans l'étude des matières organiques. Exposé.

Stagiaires envoyés en France

Carlos CERRI (1987, 6 mois, Bondy), Geraldo ROCHA (1989, 3 mois, INRA et Nancy : géochimie), Jener MORÃES (3 mois, INAPG/INRA, géostatistique), J. LEITE (1990, INRA-Grignon) ; Marisa PICCOLO (1990, Bondy et CPB, Nancy : hydrochimie et statistique).

Activités diverses

- Participation (i) à la remise en fonctionnement d'une chambre de marquage pour végétaux ; application à la production d'exsudats racinaires marqués de blé. (i) à la mise en route de deux autoanalyseurs élémentaires (C, H, N, et S) « Leco » (T.CHONE).
- Elaboration d'un système d'incubation-lixiviation pour sols avec récupération des eaux de percolation et du CO_2 respiratoire.

Personnel formé sur place

Personnel du laboratoire d'analyse de la matière organique du sol du CENA.

Manifestations organisées

L'intégration de T. CHONE et F. ANDREUX, chercheurs permanents, dans la Section de chimie du sol du CENA les a amenés à participer au même titre que leurs collègues brésiliens, à toutes les manifestations organisées par le CENA. Seules seront retenues :

- l'intervention dans les ateliers annuels du « **Programme Amazonia 001** », en 1986 et 1987 à l'INPA de Manaus, et en 1988 et 1989 au CENA. En particulier, en 1988, les chercheurs français ont été associés à toute la préparation de cet événement, dont des séminaires et des travaux pratiques pour les agents du CENA, de l'INPA et du Centre du tropique humide (CPATU) de Belém.
- des séminaires thématiques, réservés aux étudiants du CENA, organisés périodiquement au sein de la Section.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Les missions annuelles et surtout l'arrivée de F. ANDREUX et T. CHONE au CENA ont correspondu avec la création d'une **Equipe autonome de chimie du sol**, placée sous la Direction de C.C.CERRI. L'insertion du couple de chercheurs français introduits dans le campus de l'École d'agronomie au sein des équipes du CENA et les contacts avec d'autres organismes (à Campinas, Manaus, Belém.) se sont effectués rapidement, d'une part en raison de la grande ouverture et de la compétence de nos partenaires, mais aussi du fait du travail antérieur réalisé par les chercheurs de l'ORSTOM dans le contexte.

Mais les chercheurs français permanents qui ont séjourné à Piracicaba, ont parfois ressenti l'inconvénient de la petite taille de l'antenne ORSTOM du CENA (durant trois ans, deux professionnels, plus un étudiant français, T. DESJARDINS, boursier du MAE), que ne compensait pas l'existence d'une antenne plus grosse à São Paulo, déjà distante (180 km) et assez éloignée thématiquement. Etant donné la variété des thématiques abordées par le CENA, le bon niveau d'équipement de ce Centre, son rôle reconnu de plaque tournante scientifique en Amérique latine, il semble qu'il mériterait **l'implantation d'une antenne de plus grande taille**, dans laquelle l'ORSTOM [et d'autres organismes, tels le CNRS, ou les 4niversités françaises en convention avec l'USP] pourraient investir, non seulement en personnels chercheurs et ingénieurs, mais également en équipements de base pour une programmation suivie et interactive.

Cette opinion a été confortée en 1989, lorsque **le projet CEE-STD sur l'Amazonie**, déposé fin 1988 par les partenaires ORSTOM du projet, conjointement avec les équipes brésiliennes de Piracicaba et Manaus, le CSIC de Madrid, et l'équipe du Centre de pédologie biologique de Vandoeuvre de F. ANDREUX et T. CHONE, a été retenu. C'est ce succès qui a permis à l'équipe franco-brésilienne du CENA de poursuivre l'effort de recherche, en proposant chaque année des sujets de diplômes aux étudiants français, ou en accueillant les visiteurs et stagiaires envoyés par nos partenaires.

Ainsi, les participants au projet ORSTOM/CNPq ne peuvent que souhaiter continuer cette collaboration, à laquelle se prêtent de nombreuses conditions favorables. C'est aussi dans ce sens que va la participation de T. CHONE et F. ANDREUX, en France, aux programmes PIRAT-PEGI de l'Institut National des sciences de l'univers et de l'ORSTOM et, en Europe, au nouveau réseau « Forêts tropicales » lancé courant 1991.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

Articles et chapitres de livres publiés

CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. ; EDUARDO, B. 1985. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. *Rev.bras.de Ciência do Solo*, 9 (1) : 1-4.

CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. 1987. Organic content in yellow Latosol of Central Amazon rain Forest. *Acta Geological Generalis*, 8 (1) : 29-42.

DUBROEUCQ, D. ; VOLKOFF, B. 1988. Evolution des couvertures pédologiques sableuses à podzols géants d'Amazonie (Bassin du Haut Rio Negro). *Cah. ORSTOM, sér. Péd.*, 14 (3) : 191-214.

CERRI, C. ; POLO, A. ; ANDREUX, F. ; LOBO, M.del C. ; EDUARDO, B. de P. 1988. Resíduos orgânicos da agro-industria canavieira. 1. Características físicas et químicas. STAB, *Rev. Soc. tecnicos Açucareiros e Alcooleros do Brasil*, São Paulo, 6 : 34-37.

VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1988. L'humus des sols du Brésil. Nature et relations avec l'environnement. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* vol. XXIV (2) : 83-95.

Un inventaire systématique permet de définir les grands types d'humus naturels des sols du Brésil. De leur répartition géographique on dégage leur déterminisme et on analyse l'effet des facteurs bioclimatiques et pédologiques. On montre que les caractéristiques générales de la matière organique (quantité, extrahibilité) dépendent de diverses propriétés intrinsèques du sol (essentiellement acidité et drainage) mais d'un seul facteur climatique qui est la température. L'étude des variations de la

concentration en isotope stable ^{13}C fait apparaître que seul l'humus des horizons A est directement en équilibre avec la végétation actuelle, l'humus des horizons de profondeur semble, lui, soustrait aux influences de cette végétation.

- POLO, A. ; ANDREUX, F. ; CERRI, C.C. ; LOBO, M. del C. 1988. Resíduos orgânicos da agro-indústria canavieira. 2. Decomposição biológica sob condições controladas. STAB, Rev. Soc. Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, São Paulo, 56 : 53-56.

Les deux articles techniques ci-dessus traitent de la caractérisation physique et chimique de trois résidus de canne à sucre : bagasse, filtre, et vinasse, insistant sur la comparaison des teneurs en N et C organiques, ainsi qu'en éléments nutritifs, dont K, récupéré dans les vinasses en vue de la fertilisation partielle par aspersion. Ces produits peuvent être améliorés par solidification et compostage.

- VITORELLO, V. ; CERRI, C.C. ; ANDREUX, F.G. ; F. ELLER, C. ; VICTORIA, R.L. 1989. Organic matter and natural carbon-13 distribution in forested and cultivated oxisols. Soil Sci. Soc. Amer. J., 53 : 773-778.

Les profils de C total et ^{13}C et leurs modifications par la mise en culture, ont été étudiés dans trois parcelles voisines sur oxisol de l'Etat de São Paulo. La référence est sous forêt, et les deux autres sites sous canne à sucre depuis 12 et 50 ans. Sur les premiers 20 cm du sol, fractionnés par granulométrie et extraction alcaline, les mesures de C et de ^{13}C montrent que le C dérivant de la canne représente $17,3 \pm 3,2\%$ et $40,5 \pm 2,2\%$, respectivement après 12 et 50 ans. Il décroît en concentration des fractions grossières vers les fines, à l'inverse du C d'origine forestière, qui ne se trouve toutefois pas compensé sous culture.

- ANDREUX, F. ; CERRI, C.C. 1989. Current trends in the research on soil changes due to deforestation, burning and cultivation in the Brazilian tropics. Toxicol. Environn. Chem., 20-21 : 275-283.

Les effets possibles sur les sols, de la destruction de la forêt tropicale, sont présentés et discutés, principalement en ce qui concerne le bassin amazonien. Cette revue succincte est complétée par les travaux du projet en cours sur les effets de cultures annuelles et de pâturages après défriche manuelle.

- MARTINS, P.F. da S. ; CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. ; ANDREUX, F. 1990. Efeito do desmatamento e do cultivo sobre características físicas e químicas do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. Rev. IG, São Paulo, 8-10, 11(1) : 21-33.

Situations sous culture annuelle (1 à 5 ans) et jachère, comparées à la forêt initiale, à Capitão Poço (Pará). L'épaisseur de l'horizon de surface décroît, tandis que l'hydromorphie et la dispersion des argiles augmentent. Les résidus végétaux disparaissent et les teneurs en C organique décroissent. Le brûlis augmente d'abord le pH de 2,5 unités, et libère des bases échangeables qui migrent progressivement en profondeur. La fertilité étant compromise dès la troisième année, la jachère conduit à une réversion partielle de la dégradation physique du sol et à un renouveau des cycles biologiques.

- VOLKOFF, B. ; MORTATTI ; CERRI, C.C. 1990. Rôle des nappes dans les différenciations pédologiques à podzols de l'Amazonie. C.R.Ac.Sc., Paris, t. 310, sér.II, pp.136168.

- ANDREUX, F., CERRI, C.C. ; EDUARDO, B. de P. ; CHONE, T. 1990. Humus content and transformations in native and cultivated soils. The Science of Total Envir., 90 : 249-265.

Discussion documentée par 82 références, des causes de variation de la teneur en humus dans les sols : écologie et successions des végétations naturelles, changements anthropiques de l'écosystème. Outre les aspects quantitatifs, la nature chimique de l'humus et les principales réactions en cause sont étudiées. Les illustrations sont empruntées aux travaux de l'équipe effectués à Nancy ou en collaboration avec l'ORSTOM.

- CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. ; ANDREUX, F. 1991. Nature and behaviour of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. Forest and Management, 38 : 247-257, Elsevier eds.

Premières données sur l'impact des successions forêt-prairie cultivées sur la matière organique des oxisols jaunes d'Amazonie centrale. Quantification des litières sous forêt dense et des pertes hydro-

solubles sous forêt et sur un site voisin récemment brûlé. Après quelques semaines, on note sous brûlis une augmentation des pertes solubles, nitrate et cations. L'installation d'un pâturage entraîne une baisse d'humus où la minéralisation prime sur les pertes solubles.

CHONE, T. ; ANDREUX, F. ; CORREA, J.C. ; VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1991. Changes in organic matter in an oxisol from the Central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ^{13}C isotopic composition. In : I. Berthelin (ed) « Diversity of environmental biochemistry » *Developments in Geochemistry*, n° 6 : 397-405, Elsevier eds.

MARTINS, P.F. da S. ; CERRI, C.C. ; VOLKOFF, B. ; ANDREUX, F. ; CHAUVEL, A. 1991. Consequences of clearing and tillage on the soil of a natural Amazonian ecosystem. *Forest Ecology and Manag.*, 38 : 273-282, Elsevier eds.

Version abrégée de la thèse de P. MARTINS, en Amazonie orientale, sous cultures annuelles. Les changements physiques, chimiques et micromorphologiques des horizons de surface du sol cultivé, par rapport à la situation sous forêt, sont analysés. Leur réversibilité sous l'effet de la jachère est discutée.

KEPLER, S. ; VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. ; CHONE, T. ; LUIZÃO, F. ; EDUARDO, B.P. 1991. Respiração do solo : comparação entre áreas com mata natural, mata recém-queimada e pastagem, na Amazônia Central (*Acta Amazônica*). *Geochim.*, Brasil, 4 (2) : 111-118.

DESJARDINS, Th. ; ANDREUX, F. ; VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1991. Distribution de l'isotope ^{13}C dans les sols ferrallitiques du Brésil. *Cah. Orstom, sér. pédol.*, vol. XXVI, (4) : 343-348. Inventaire concernant le profil organique des sols du tropique humide. Les variations des abondances naturelles en ^{13}C avec la profondeur sont étudiées dans une sélection de 13 sols ferrallitiques et deux sols fersiallitiques du Brésil. Trois types de distribution du ^{13}C ont été mis en évidence. Pour le premier groupe, un fractionnement isotopique intervenant au cours de l'humification semble devoir expliquer l'enrichissement modéré et progressif en ^{13}C observé avec la profondeur. Pour le second, il apparaît plus plausible que la matière organique des horizons de profondeur soit le témoin d'une végétation antérieure composée majoritairement d'espèces de cycle photosynthétique en C^4 . Pour les sols du troisième groupe, le profil isotopique semble résulter de l'humification d'une végétation principalement en C^4 mais on ne peut exclure l'existence de propositions variables de matière organique héritée d'une végétation en C^3 , en particulier en profondeur.

DUBROEUCQ, D. ; VOLKOFF, B. ; PEDRO, G. 1991. La couverture pédologique du bouclier du Nord de l'Amazonie (bassin du Haut Rio Negro). Séquence évolutive des sols et son rôle dans l'aplanissement généralisé des zones tropicales perhumides. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 312, sér. II, p. 663-671.

FELLER, C. ; CASABIANCA, H. ; CERRI, C. 1991. Renouvellement du carbone des fractions granulométriques d'un sol ferrallitique forestier (Brésil) mis en culture de canne à sucre. Etude par le ^{13}C en abondance naturelle. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, vol. XXVI (4) : 365-369. Le marquage isotopique en ^{13}C est utilisé pour étudier le renouvellement du carbone associé aux fractions granulométriques d'un sol ferrallitique argileux, initialement sous forêt (végétation de type C^3), par des cultures continues de canne à sucre (végétation de type C^4), menées pendant 12 ou 50 ans. Le taux de renouvellement des fractions diminue globalement des fractions grossières supérieures à 200 μm (débris végétaux peu décomposés) aux fractions organo-argileuses. Il n'y a pas de différences entre les argiles fines (0-0,2 μm) et grossières (0,2-2,0 μm). Enfin, après 12 ans de culture, 22 % du C récent sont retrouvés dans les débris végétaux grossiers contre 50 % dans le seul compartiment argileux.

MARTIN, P.F.S. ; CERRI, C.C. ; ANDREUX, F. ; VOLKOFF, B. O solo de um ecossistema natural de floresta localizado na Amazônia Oriental. II. Fracionamento da matéria orgânica do horizonte A. *Bol. Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém.* (sous presse)

Quelques communications en congrès et colloques

- CHONE, T. ; ANDREUX, F. ; CORREA, J.C. ; VOLKOFF, B. ; CERRI, C.C. 1987. Uso do ^{13}C na avaliação do estoque orgânico de um Latossolo Amarelo sob pastagem na Amazônia Central. *Programa e Resumos, Cong. Bras. Cien. do Solo*, Campinas, 1987, SBCS n° 166, pp.151-152.
- CERRI, C.C. ; FELLER, C. ; VOLKOFF, B. ; BALESSENT, J. ; ANDREUX, F. ; CHONE, T. 1988. Dynamique de la matière organique du sol après mise en culture. Traçage isotopique naturel en ^{13}C . Journée ORSTOM, 12 sept. 1988, *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, XXIV (4) : 335-336.
- CHAUVEL, A. ; ANDREUX, F. ; CERRI, C.C. ; LUCAS, Y. 1989. Superficial evolution of Amazonian bauxite deposits. In : 6th Intern. Cong. of ICSOBA, Poços de Caldas, Brazil, 1989, Acad. yougoslave des sciences et des arts, pp. 45-53.
- CERRI, C.C. ; ANDREUX, F. 1990. Changes in organic carbon content in oxisols cultivated with sugar cane and pasture, based on ^{13}C natural abundance measurement. Proc. Int. Soil Sci. Soc. Meet., Kyoto, Aug. 12-18-1990, Int. Soil Sci. Soc., Kyoto, Japan, II, pp. 180-185.
- CHONE, T. ; ANDREUX, F. ; CORREA, J.C. ; VOLKOFF, B. ; CERRI, C. 1991. Changes in organic matter in an oxisol from the Central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ^{13}C isotopic composition. In : BERTHELIN (Ed.) « Diversity of Environmental Biogeochemistry » Elsevier, Amsterdam, pp. 395-405.
- DESJARDINS, F. ; CHONE, T. ; ANDREUX, F. ; CERRI, C.C. 1991. Evolution du carbone organique d'origine forestière et graminéenne dans des sols sous prairies cultivées d'Amazonie centrale et orientale. Journée scientifique du programme PIRAT, 25 mars 1991, Strasbourg, CNRS, INSU, ORSTOM, 2 p.
- ANDREUX, F. ; CHONE, T. ; CERRI, C.C. ; VITORELLO, V.A. Mesure et prévision des teneurs en matières organiques de deux agrosystèmes post-forestiers du Brésil. Réunion du Groupe d'Etude des Matières organiques du sol, Bordeaux, 18-19 avril 1989 (à paraître).

PÉDOLOGIE-GÉOCHIMIE

CONVENTION ORSTOM/MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA CULTURE DE L'ÉTAT DE BAHIA

RÉALISATION DE PROGRAMMES CONJOINTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE EN GÉOCHIMIE ET PÉDOLOGIE

Localisation

Institut de géosciences de l'université fédérale de Bahia (UFBa),
Salvador de Bahia.

Chercheurs ORSTOM

Jean BOYER, pédologue (missions de courtes et longues durée 1969-1983) ;
Gaston SIEFFERMANN, pédologue (affectation permanente 1970-1973) ;
Maurice PINTA, chimiste (missions de courte durée 1971-1982) ;
Bernard DABIN, pédologue (missions de courte durée 1971-1982) ;
Claude MOUREAUX, microbiologiste (missions de courte durée 1971-1976) ;
Boris VOLKOFF, pédologue (1972-1976) ;
Gilles RICHÉ, pédologue (1973-1981) ;
Jacques GAUTHEYROU, chimiste et Jean-François TURENNE, pédologue
(missions de courte durée, 1973-1974) ;
Alain PERRAUD, pédologue (1975-1978) ;
Eliane PERRAUD, technicienne-chimiste (1976-1983) ;
François SOUBIÈS, pédologue (1979-1982) ;
Dominique MARTIN, pédologue (1979-1981) ;
Pierre AUDRY, pédologue (1981-1985)

Partenaire responsable

Professeur Adelaide MUSSI-SANTOS, chef du Département de géochimie
et coordinatrice de la post-graduation (1971-1980) ;
Sylvio Q. MATTOSO (1980-1983),
puis Ilson G. CARVALHO (1983-1985)

Durée

1969-1985

HISTORIQUE

La naissance du projet de coopération

Au début de l'année 1969, le directeur général de l'ORSTOM, M. Guy CAMUS rencontre, lors d'un colloque sur l'enseignement supérieur tenu à Rio de Janeiro, le professeur Adelaide MUSSI SANTOS, Chef du Laboratoire de Géochimie à l'Institut de géosciences de l'université fédérale de l'Etat de Bahia. L'ORSTOM, après une implantation réussie mais isolée dans l'étranger traditionnel au Liban, souhaite élargir son intervention, réduite jusque-là à l'Afrique. Mme A. MUSSI-SANTOS, qui termine alors, avec l'aide d'universités américaine et anglo-canadienne de restructurer totalement l'Institut de géosciences, cherche à élargir la palette des formations offertes par son Institut et pense à la France pour une coopération dans les domaines de l'enseignement et de la recherche au niveau de la post-graduation.

Une première mission d'exploration : quiproquos et improvisations

Une première mission d'essai est décidée. Le choix de l'intervention se porte alors sur la pédologie et il est convenu que Jean BOYER aille donner des cours de pédologie durant quelques semaines sur un sujet à définir sur place avec les partenaires. Il arrive donc seul à Salvador dans le courant du mois d'octobre 1969, y est fort bien accueilli, mais on pense alors sur place qu'il est mandaté par la direction de l'ORSTOM pour traiter d'une implantation plus importante de pédologues-enseignants. Il s'en suit quelques quiproquos entre les deux parties et le chercheur français réussit à se sortir de cet embarras en réalisant ce pour quoi il était officiellement venu faire à Salvador, c'est-à-dire un cours qu'il intitule « Composition du sol » (éléments granulométriques, argiles, humus et leurs propriétés). Des travaux pratiques et quelques sorties sur le terrain sont improvisés. Le tout, dispensé par nécessité en français, donne apparemment tout de même satisfaction à l'auditoire.

En effet, en janvier 1970, la venue de J. BOYER est de nouveau officiellement demandée par Mme MUSSI-SANTOS. Occupé à d'autres tâches de service, J. BOYER est remplacé par G. SIEFFERMANN en mars 1970 mais se rendra tout de même à Salvador à la fin de cette même année.

En 1970, le laboratoire de géochimie de l'UFBA acquiert le statut de Département au sein d'un Institut de géosciences qui se diversifie. Pendant ce temps, les négociations officielles entre les deux parties se poursuivent. Selon les propres termes du texte officiel, « considérant l'intérêt d'une collaboration dans les domaines de l'enseignement et de la recherche, l'UFBA, parce qu'elle s'est donnée pour mission de former des pédologues et de promouvoir la recherche pédologique et géochimique, et l'ORSTOM, parce qu'il souhaite approfondir dans le milieu tropical du continent américain les recherches qu'il poursuit par ailleurs dans le cadre du continent africain... » (ce sont les propres termes du texte officiel), une convention est passée entre les deux parties en vue de la réalisation de programmes conjoints d'enseignement et de recherches.

La première convention de l'ORSTOM au Brésil

Cette convention supervisée par le Secrétariat de coopération économique et technique internationale (SUBIN) est la première liant directement l'ORSTOM à un organisme brésilien. Elle survient dix ans après l'opération GEVJ. à la SUDENE, opération dans laquelle l'ORSTOM n'était pas maître d'œuvre, et est signée à Salvador le 15 avril 1971 par G. CAMUS et le recteur de l'UFBA. Cette convention définit les modalités de réalisation du programme dont

l'intitulé « **Enseignement et Recherche en Pédologie** » lui attribue bien deux volets distincts pas toujours faciles à concilier et équilibrer. Chaque année, un avenant à la Convention générale définit le programme d'enseignement avec les personnels permanents et missionnaires et le programme de recherche. Dans le programme de recherche sont inclus et regroupés sous forme de lignes de recherche les différents sujets de thèse des étudiants ainsi que les programmes des chercheurs permanents et des chercheurs brésiliens.

Très vite, G. SIEFFERMANN et J. BOYER s'initient à la langue du pays et donnent leurs cours en portugais. Tous les autres intervenants feront de même par la suite. B. DABIN et Cl. MOUREAUX se joignent à leur tour à l'équipe pour assurer, sous forme de missions de courte durée (1 à 2 mois annuels ou bisannuels), des cours spécifiques respectifs de chimie et de microbiologie du sol. De son côté M. PINTA, chef du Laboratoire de spectrométrie de l'ORSTOM à Bondy, est convié à transmettre, sous forme de missions, les bases théoriques et pratiques de l'analyse chimique moderne des formations superficielles. Sont ainsi mis en place de petits laboratoires de physique, chimie, microbiologie des sols et minéralogie des Argiles.

Le nouveau visage de l'enseignement de pédologie

L'arrivée de B. VOLKOFF en février 1972 et de G. RICHÉ en 1973, tous les deux affectés de manière permanente, conforte l'implantation. Chef de mission, B. VOLKOFF donne, en 1973, à l'enseignement de Pédologie à l'UFBa son visage définitif. En effet, jusque-là les cours étaient suivis par un public surabondant au début de l'année qui faisait place à un auditoire clairsemé constitué seulement de quelques assistants en fin d'année. B. VOLKOFF persuade donc M^{me} A. MUSSI-SANTOS de ne plus recruter qu'un petit nombre d'élèves - 5 ou 8 au plus - mais bien choisis, à plein temps grâce à l'attribution de bourses d'études. La formule, qui constituait un cycle d'études complet comprenant 18 mois de cours, de travaux pratiques et de sorties sur le terrain se révéla très vite excellente.

L'apport de l'expérience de terrain des pédologues brésiliens

Les bonnes relations de l'époque avec les responsables du Service National de cartographie et conservation des sols (SNLCS/EMBRAPA) de Rio de Janeiro permettent de recevoir en recyclage des pédologues confirmés durant deux années successives. Ceux-ci, un peu réticents au départ, apprécieront la forme, l'esprit et la matière de l'enseignement dispensé par « les français ». Certains d'entre eux, aujourd'hui placés au sommet de la hiérarchie de l'EMBRAPA ou occupant des postes de responsabilités dans des organismes publics (universités par exemple) ou privés brésiliens, obtinrent leur diplôme de Mestrado à l'UFBa et quelques-uns d'entre eux préparèrent ensuite un Doctorat (voir liste plus avant). En retour, ces pédologues expérimentés ayant de vastes connaissances de terrain, apportèrent beaucoup à leurs professeurs dont l'expérience, les premières années dans tous les cas, était essentiellement africaine.

Les besoins, prévisibles à l'époque, de professionnels en sciences des sols et des formations superficielles au Brésil, conduisent en effet le Département à mettre en place, dès 1973-1974, un cours de spécialisation (financement PLANFAP) à deux volets, Pédologie et Géochimie, qui sera rapidement transformé en cours de post-graduation à part entière (formation et diplôme de Mestrado de type **Master thesis**) comportant trois options : géochimie, pédologie et géomorphologie. Les chercheurs de l'ORSTOM, par la gamme de disciplines couverte et le nombre de cours dispensés vont jouer un rôle prépondérant pour le développement de ce programme de recherche et de formation.

« L'âge d'or » de la pédologie ORSTOM à Salvador

D'autres pédologues vont grossir l'équipe en place. C'est d'abord Alain PERRAUD qui arrive à Salvador le 1^{er} mai 1975, assume alors la responsabilité de la mission ORSTOM et est chargé de l'animation et de la Direction scientifique de la post-graduation de géochimie, section pédologie. Il remplira ces fonctions jusqu'en 1978.

En 1976, l'ORSTOM affecte à l'UFBA un ingénieur chimiste, Eliane PERRAUD, pour finir de structurer et diriger le laboratoire des sols monté dès le début de la coopération. Ce laboratoire, qui comportait à ce moment 2 techniciens supérieurs et 6 laborantins, était en mesure d'exécuter la plupart des analyses nécessaires à un programme de recherche pédologique.

Arrivent à leur tour Dominique MARTIN et François SOUBIÈS en 1979, alors que G. SIEFFERMANN a quitté le Brésil en 1973, que B. VOLKOFF est affecté à l'USP en 1976 et que A. PERRAUD quitte en 1978 l'UFBA pour l'EPABA, entreprise de recherches agro-Pastorales de l'Etat de Bahia. En effet, dès 1977, la chute brutale des moyens locaux mis à la disposition de la mission oblige à rechercher l'appui d'organismes extérieurs à l'UFBA intéressés par la pédologie.

Après le départ de Mme A. MUSSI-SANTOS, la situation se dégrade lentement et les effectifs ORSTOM diminuent. En janvier 1981, la convention ORSTOM/UFBA de type SUBIN signée en 1971, passe dans l'accord général CNPq-ORSTOM qui vient d'être négocié et conclu par P. DUBREUIL alors représentant de l'ORSTOM et du CIRAD au Brésil et le programme devient un projet intitulé « **recherche et enseignement de post-graduation en géochimie et pédologie** » qui regroupe donc les activités des pédologues et des géologues. Le dernier chercheur à être affecté à l'Institut de géosciences de l'UFBA sera Pierre AUDRY en 1981, poste qu'il quittera en 1985, interrompant ainsi 16 années de coopération de recherche et formation en pédologie avec cet Institut. Pierre SABATÉ, affecté au Département de géologie, maintient alors la présence de l'ORSTOM à l'UFBA et continue seul de la maintenir à ce jour.

On peut fixer « l'âge d'or » de la pédologie ORSTOM à Salvador de Bahia entre 1973 et 1978. En 1976, la mission comprend trois pédologues seniors et une technicienne à temps complet et quatre pédologues seniors en mission annuelles de un à deux mois, sans compter de fréquentes missions d'appui occasionnelles comme celles de J. F. TURENNE, M. GAUTHEYROU, A. CHAUVEL etc. En 1976, le Ministère de l'Education (MEC) décerne à la post-graduation section pédologie de l'UFBA le titre de « Centre d'excellence ».

A partir de 1978, la situation se dégrade en raison d'une brutale et forte réduction des crédits de recherche attribués jusqu'alors par les instances brésiliennes. Dès 1982, un seul chercheur pédologue est présent à Salvador, P. AUDRY.

Le programme d'enseignement en pédologie

Pour se faire une idée de la structure de ce programme, voici quelle fut la répartition des cours du programme de post-graduation réalisé en 1972.

Premier semestre (mars-juin) :

- **Cours de pédologie générale** : 3 crédits (45 heures) portant sur les points suivants :
 - définition du sol ; profil du sol ; pédogenèse générale (action du climat ; action de la roche-mère et de la végétation ; action de la matière organique) ;
 - données de base sur les principaux types de pédogenèse et de sols ;
 - aperçu sur la minéralogie des argiles (4 heures) ;
 - aperçu sur les composés humiques, les complexes organiques et leur rôle.

- **Cours de minéralogie des argiles** : 3 crédits (45 heures), complété par un enseignement pratique d'interprétation et d'analyse des minéraux argileux par la diffractométrie des rayons X.

Second semestre (août-décembre) :

- **Cours de pédologie intertropicale de deux crédits (30 heures) :**
 - données de base ;
 - principes des principales classifications des sols ;
 - principaux types de pédogenèse et types de sols.
- **Cours sur les facteurs chimiques de fertilité des sols (15 heures).**
- **Etudes sur le terrain.**
- **Travaux pratiques sur la matière organique, l'azote, le phosphore.**

Les activités des différents intervenants du programme d'enseignement et recherche de pédologie à l'UFBA vont maintenant être passées en revue en suivant l'ordre chronologique de leur arrivée.

LES ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR J. BOYER À L'UFBA ENTRE 1969 ET 1983

L'ENSEIGNEMENT

Les « trucs » du bon cuisinier

J. BOYER a dédié l'essentiel de son temps de travail à l'enseignement de la composition du sol (éléments grossiers, les argiles et leurs propriétés, l'humus et ses propriétés) et surtout à la dynamique des éléments chimiques et à la fertilité des sols. Il est également intervenu dans l'enseignement de la pédologie générale et de la classification des sols. Le cours de fertilité des sols a eu un tel succès qu'il a d'abord été polycopié. Après le départ à la retraite de J. BOYER et à l'initiative du coordinateur de la post-graduation Ilson G. CARVALHO, ce cours a été regroupé en 17 chapitres incluant notes et bibliographie et a donné lieu à un ouvrage imprimé de 311 pages intitulé « Dynamique des éléments chimiques et fertilité des sols » (*Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos*) qui a été diffusé dans tout le Nord-Est du pays à l'occasion du 15^e anniversaire du Département.

Un collègue et ami pédologue brésilien, qui avait suivi les cours de J. BOYER, m'a confié un jour qu'il était sans doute l'agronome-pédologue étranger le plus apprécié au Brésil pour ses qualités didactiques « il donne non seulement les ingrédients des recettes mais également et surtout les trucs pour les réussir et cela, les meilleurs cuisiniers le font rarement... » ajouta-t-il. Il voulait naturellement parler des astuces du bon usage des engrais en fonction des sols. Déjà à la retraite, J. BOYER eut la grande satisfaction d'être rappelé à Salvador en 1984, tous frais payés par les partenaires, pour y donner son cours pour la dernière fois.

Les connaissances acquises au Brésil ont par ailleurs été largement utilisées par le chercheur français dans ses ouvrages de synthèse et en particulier dans l'ouvrage américain « Soil potassium » et dans les ouvrages des collections de l'ORSTOM « Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropicales humides et sub-humides » et « Les sols ferrallitiques. Tome X. Facteurs de fertilité et utilisation des sols » publiés respectivement en 1976 et 1982.

LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

- BOYER, J. 1985. Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos. UFBA, Inst. Geociências, 311 p. I.G. Carvalho éd. Salvador.
- BOYER, J. 1982. Les sols ferrallitiques. Tome X. Facteurs de fertilité et utilisation des sols. ORSTOM, Init. Doc. Tech., n° 52, 384 p.
- BOYER, J. 1972. Soil Potassium. In : Soils of the humid tropics : 102-135. National Academy of Science éd., Washington.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR G. SIEFFERMANN À L'UFBA ENTRE 1970 ET 1973

ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT

Un important travail d'enseignement universitaire

G. SIEFFERMANN a préparé et dispensé pendant quatre ans des cours de pédologie et de géochimie en portugais dans le cadre de deux universités brésiliennes, celle de l'Etat de Bahia (UFBA), et celle du Pará (UFPA).

ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Une recherche pluridisciplinaire très variée dans le centre et le Nord du Brésil

Les recherches se sont faites en collaboration avec des chercheurs de disciplines multiples sur les sujets suivants :

Pédogenèse sur roches métamorphiques et podzols tropicaux, en collaboration avec des géologues et des géographes (trois publications) :

- MONIZ, A.C.; CONCEIÇÃO, T.M.L.; OLIVEIRA, J.J.; SIEFFERMANN, G. 1972. Halloysita e montmorillonita em solos provenientes da alteração de granulitos na área de Ilhéus - Itabuna, Bahia. In : Anais XXVI Congr. Bras. Geol. Belém, p. 215-220, 2 tableaux, 6 fig.
- CAMPOS, E.N.; MONIZ, A.C.; OLIVEIRA, J.J.; SIEFFERMANN, G. 1974. Minéraux argileux de quelques altérations entre la ville de Belém du Pará, le rio Gurupi et le rio Guama. Brésil. Cah. ORSTOM, Sér. Péd. vol. XII, n° 3-4 : 297-308.
- SIEFFERMANN, G. 1975. La dégradation des illites en montmorillonite dans l'altération de podzols tropicaux humo-ferrugineux du Recôncavo bahianais et du Pará. Brésil. Cah. ORSTOM, Sér. Péd. vol. XIII, n° 1 : 14-48.

Géochimie du cuivre, du chrome et de la sidérite, en collaboration avec des géologues (cinq publications) :

- MOTTI, C.; MUSSI-SANTOS, A.; SIEFFERMANN, G. 1970. Variações pedológicas e geomorfológicas na região de Maragogipe. Consequências sobre a prospecção geoquímica do cobre. Anais XXIV Congr. Bras. Geol. Brasília, 6 p.

- AZEVEDO, L.S.P.; FRANCA, J.; PINTA, M.; SANTOS, A.M.; SIEFFERMANN, G. 1972. Premières déterminations des produits d'altérations des roches ultrabasiques à chromite de Campo Formoso (Bahia). Montmorillonites, chlorites et talcs chromifères. *Anais XXVI Congr. Bras. Geol.* Belém, 10 p. [en portugais].
- OLIVEIRA, J.D.; GALBRAITH, J.H.; SIEFFERMANN, G. 1973. Caracterização do material originário dos solos de parte da quadrícula de Ibitiara como subsídios para estudos geoquímicos. *Revista Bras. Geociências*, vol. 3 : 128-139.
- SIEFFERMANN, G. 1975. Présence et formation de niveau de sidérite dans les sédiments récents du delta amazonien. Brésil. *Bull. Groupe Fr. Argiles*, T. XXVII, pp. 13-29.
- SIEFFERMANN, G. 1975. Characteristics of some weathering products of chromitic ultrabasic rocks in Bahia State, Brazil : Nontronites, chlorites and chromiferous talc. In : *Int. Clay Conf. Mexico*, Proc. 74 Appl. Publi. Ltd. Wilmette, Illinois, USA, pp. 27-34.

Matières organiques, temps de résidence des fractions humiques des sols, en collaboration avec des physiciens spécialistes des isotopes du carbone (cinq publications) :

- QUEIROZ de, F.C.P.; FLEXOR, J.M.; RAPAIRE, J.L.; SIEFFERMANN, G. 1972. Hipóteses pedogenéticas possíveis através de medidas radiométricas de dosagens de frações orgânicas e determinações mineralógicas sobre um podzol tropical. *Anais XXIV Congr. Soc. Bras. Progr. Ciência*, São Paulo, 7 p.
- FLEXOR, J.M.; LOBO, P.F.S.; RAPAIRE, J.L.; SIEFFERMANN, G. 1972. Contribuição ao estudo do comportamento geofísico do carbono orgânico no perfil de um solo ferralítico, utilizando a técnica do radiocarbono. *Anais XXIV Congr. Soc. Bras. Progr. Ciência*, São Paulo, 9 p.
- LOBO, P.F.S.; FLEXOR, J.M.; RAPAIRE, J.L.; SIEFFERMANN, G. (1972). Tentativa de avaliação do remanejamento de origem biológica através da interface liteira-horizonte Ao, num solo florestal da zona tropical úmida : utilização do ^{14}C de origem termo-nuclear. *Anais XXIV Congr. Soc. Bras. Progr. Ciência*, São Paulo, 9 p.
- SIEFFERMANN, G. (1973). Détermination du taux de carbone et du rapport isotopique $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ d'un horizon d'altération isovolume ferrallitique de la zone tropicale humide de Bahia, Brésil. *Bull. Groupe Fr. Argiles*, t. XXV, pp. 149-153.
- SIEFFERMANN, G. (1974). Essai de détermination du temps de résidence des fractions humiques de deux sols ferrallitiques par l'utilisation du radiocarbonate naturel et thermonucléaire. *Cah. ORSTOM. Sér. Péd.*, vol. XII, n° 1, pp. 115-123.

Vitesse d'altération des roches, avec des spécialistes de l'uranium, du thorium et de la spectrométrie (une publication) :

- MOREIRA-NORDEMAN, L.M.; SIEFFERMANN, G. 1978. Distribution of uranium in soil profiles of Bahia State, Brazil. *Soil Science*, vol. 127 (5) : 275-280.

Variations climatiques quaternaires, en collaboration avec des géographes et des physiciens (une publication) :

- SIEFFERMANN, G. 1974. Les sols à montmorillonite sur gneiss de la zone tropicale humide de l'Etat de Bahia, Brésil. Signification paléoclimatique. *Cah. ORSTOM, Sér. Péd.* vol. XII (2) : 137-143.

FORMATION

Une orientation de travaux de chercheurs

G. SIEFFERMANN a orienté au Brésil le travail de recherche de huit chercheurs géochimistes et physiciens nucléaires. Quinze publications avec quatorze cosignataires ont été rédigées. Quatre de ces textes ont été présentés dans des congrès internationaux, (voir ci-dessus). Il a également dirigé quatre thèses de Mestrado de chercheurs brésiliens et encadré deux thèses de doctorats d'Etat français qui ont été soutenues en France :

- NORDEMAN, L.M. « Comportement géochimique de l'uranium dans les altérations et les sols du NE brésilien ; application à la mesure des vitesses d'altération ». Présentée en 1976 à l'université de Paris VII.
- CAMPOS, E.N. de. « Origine supergène d'un gisement de fer d'Amazonie dérivé d'Itabirites ». Soutenue en 1979 à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR MAURICE PINTA À L'UFBA ENTRE 1971 ET 1982

ENSEIGNEMENT

Les activités de M. PINTA ont essentiellement consisté en des enseignements sur les techniques physiques et physico-chimiques d'analyse et de recherche en chimie et géochimie. Le cours principal avait pour titre « **Chimie des éléments traces. méthodes spectrales de détermination** ». Il abordait les bases théoriques de la spectroscopie, les méthodes d'analyses spectrales par émission, les méthodes d'analyses spectrales par absorption atomique, les applications géochimiques. Le second cours, intitulé « **Spectrométrie de fluorescence de rayons X** » comprenait les principes physiques, le principe de la méthode, l'appareillage, la relation entre l'intensité de la fluorescence et la concentration de l'élément, la préparation de l'échantillon, les techniques instrumentales, les méthodes d'analyse et les applications, l'analyse par activation et spectrométrie de rayons X.

Ces enseignements avaient une durée de 5 à 6 semaines chaque année. Ils s'adressaient aux étudiants de post-graduation de l'Institut de géosciences et de l'Institut de chimie de l'UFBA. Cependant, de nombreux chercheurs et ingénieurs brésiliens d'autres appartenances assistaient également régulièrement à ces cours qui étaient sanctionnés après deux années par un diplôme universitaire supérieur. Une moyenne de 12 à 15 étudiants suivaient ainsi cet enseignement.

ENCADREMENT DE THÈSES

Le chercheur français a dirigé les travaux suivants :

- Lauro AZEVEDO : thèse sur les éléments traces dans les eaux des rivières de l'Etat de Bahia.
- Pedro LINHARES : thèse sur les éléments traces dans certaines roches acides.

Enfin, des missions de conseil au CENA de Piracicaba, à l'IDESP de Belem et à des instituts de Manaus ont été réalisées à la demande des partenaires.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR BERNARD DABIN À L'UFBA ENTRE 1971 ET 1982

ENSEIGNEMENT

Les activités de B. DABIN à l'UFBA durant sept années (1971-1972-1974-1975-1976-1978-1980-1982) à raison de 2 à 3 mois à chaque mission, ont été essentiellement consacrées à l'enseignement de post-graduation. La partie enseignée s'intitulait « **La matière organique des sols** » et comprenait 30 heures de cours théoriques et des séances de travaux pratiques. La structure du cours était la suivante :

première partie :

Analyse des composés humiques des sols (généralités, séparation et analyses des composés humiques, dosages des produits organiques extraits, relations caractéristiques de l'humus, autres méthodes de fractionnement de l'humus, composition chimique de l'humus) ;

deuxième partie :

Relations entre la matière organique et les sols (la décomposition de la matière organique, l'humification en fonction des conditions du sol, facteurs influençant l'humification, classification des humus des pays tempérés, quantité de matière organique du sol, répartition des fractions en fonction du type de sol, évolution des composés humiques en fonction de la station, expériences sur la migration des matières organiques des sols, évolution au niveau des sols cultivés, bilan) ;

troisième partie :

Actions des matières organiques sur le sol (généralités, actions sur les propriétés physiques, actions sur les propriétés chimiques) ;

quatrième partie :

Les complexes organo-minéraux (généralités, les complexes du sol, complexes artificiels).

Un cours photocopié en portugais d'une centaine de pages, est réalisé et remis à jour régulièrement.

Il encadre les mémoires de fin d'études et les Mestrados de plusieurs étudiants.

En 1971, il collabore avec J.M. FLEXOR et J.L. RAPAIRE à une étude sur la datation des composés humiques des sols par la méthode du radio-carbone.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

DABIN, B. 1975. La formation des produits humiques dans le sol. Leur importance en agriculture. Comm. Colóquio sobre matéria orgânica do solo. CENA, Piracicaba (SP).

DABIN, B. 1982. Relações entre a evolução dos compartimentos húmicos sob cultura e os fatores físicos e químicos da fertilidade em diferentes solos tropicais. In : Anais Colóquio Regional sobre matéria orgânica do solo. CENA, Piracicaba (SP), Out. 1982, pp. 87-96.

DABIN, B. 1981. Les matières organiques dans les sols tropicaux moyennement drainés. Cah. ORSTOM., sér. Pédol., vol. XVIII, (3-4) : 197-215.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR CLAUDÉ MOUREAUX ENTRE 1971 ET 1978

Un enseignement diversifié de microbiologie

Enseignant à l'UFBA les bases de la microbiologie des sols à partir de missions de France, C. MOUREAUX anime activement plusieurs lignes de recherche et encadre, dans chacune de ces lignes, des étudiants brésiliens :

- altération des roches et des minéraux par des produits du métabolisme microbien, champignons et Thiobacilles (Regina M. RIBEIRO), en collaboration avec A. NOVIKOFF ;
- premières études sur l'adaptation de certains micro-organismes à diverses concentrations en micro-éléments comme le cuivre, le chrome, etc. ;
- altération par *Thiobacillus* sous percolation continue de certains minéraux de roches riches en cuivre et en nickel ;
- action de divers champignons sur la solubilité du fer et des bases de la roche dans diverses conditions ;
- étude de l'action de l'*Aspergillus niger* sur certaines roches en fonction des facteurs suivants : source énergétique, aération, humidité, granulométrie, température ;
- action des germes qui oxydent le soufre (sulfate oxydant) ;
- caractéristiques microbiologiques des différents types de sols de l'Etat de Bahia (Carmen C. de BARROS). Activité microbienne globale (respiration des sols), cycle de l'azote (ammonification, nitrification, dénitrification) ; cycle du carbone ; variations saisonnières ;
- enrichissement de sols acides appauvris par des apports de roche en poudre.

ACTIVITÉS DE B. VOLKOFF À L'INSTITUT DE GÉOSCIENCES DE L'UFBA ENTRE 1971 ET 1976

HISTORIQUE

Les conditions dans lesquelles s'est mise en place la coopération entre l'ORSTOM et l'UFBA dans les domaines de l'enseignement et de la recherche au niveau de la post-graduation ont été exposées plus haut.

Les premiers enseignements ayant été dispensés à partir de 1970 par J. BOYER et G. SIEFFERMANN, dès son arrivée, en 1971, B. VOLKOFF prend en charge la coordination de l'intervention de l'ORSTOM à l'UFBA.

L'équipe de pédologues brésiliens sur place était alors constituée de : J.J. de OLIVEIRA (assistant), C. MOTTI (assistant), L. PAIXÃO RIBEIRO (technicien prospecteur) et W. de MATTOS (technicien chimiste).

L'enseignement était donné dans le cadre de la Post-Graduation en Géosciences. Cette post-graduation comportait les options géochimie, pédologie et géomorphologie. La formation en pédologie après deux années d'études étaient sanctionnée par la présentation d'une thèse de Mestrado de niveau sensiblement équivalent à une thèse de troisième cycle française. L'ORSTOM avait l'entière responsabilité de l'option pédologie. Le programme d'enseignement

mis en place était sensiblement celui de l'enseignement de la pédologie dispensé par l'ORSTOM en France. Il couvrait tous les domaines de la spécialité, depuis l'altération des roches jusqu'à la biologie des sols.

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS PRINCIPALES

L'enseignement

Les cours généraux s'adressaient à l'ensemble des étudiants de la post-graduation. Les cours plus spécifiques étaient destinés aux seuls étudiants de l'option pédologie. Le laboratoire de pédologie qui avait progressivement été installé servait aussi bien pour les travaux pratiques que pour les travaux d'analyse nécessaires aux recherches des professeurs et des étudiants.

Le recrutement pour l'option pédologie a oscillé de 2 à 4 étudiants au début mais ce nombre est passé à 7 plus tard. La première année, les places ont été réservées aux candidats de l'UFBA. Les années suivantes, le recrutement a été plus ouvert. Ont été ainsi inscrits des étudiants d'universités des autres états du Nord-Est (Ceará, Pará) ainsi que des chercheurs d'institutions fédérales spécialisées (EMBRAPA par exemple).

B. VOLKOFF était chargé de la programmation des cours et de la gestion et de l'animation scientifique du laboratoire des sols.

La recherche

Les programmes de recherche mis en place visaient à l'étude des trois grands domaines pédologiques de l'Etat de la Bahia : la couverture de sols ferrallitiques (latosols), les sols jeunes (vertiques, bruns eutrophes, fersiallitiques) et les sols dérivés de roches calcaires. B. VOLKOFF a eu la charge de l'étude des latosols.

L'intérêt porté à ces sols était justifié par leur très grande extension et par le fait qu'ils posaient des problèmes tant pour le pédologue que pour le géologue recherchant des gisements de minéraux utiles. Il s'agit en effet de sols pour la plupart très vieux, formés sous des climats tropicaux nettement plus humides que le climat actuel et qui n'ont plus de liens apparents avec les roches sous-jacentes supposées être leurs roches mères.

Les travaux ont porté sur la cartographie (à petite échelle) et la caractérisation (morphologie, minéralogie, géochimie, matière organique) de ces latosols dans les grands ensembles physiographiques de l'Etat de la Bahia.

PARTENARIAT ET FORMATION

■ Enseignement dispensé :

Pédologie générale, physique du sol, érosion du sol.

■ Auteurs de thèses (Mestrado) :

Lucedínio RIBEIRO ; Célia MOTTI, Walter de MATTOS.

■ Personnel formé sur place :

Tout le personnel du laboratoire des sols aussi que : Maria Vilma RABELO, Maria Elisa de ARAUJO, Isabel de Oliveira ARAUJO.

■ Stagiaires envoyés en France :

Lucedino RIBEIRO (3 mois, Bondy).

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

Les travaux ont montré que, dans le détail, les latosols constituaient un ensemble différencié. Ils ont permis de préciser les caractères de ces sols liés à la nature de la roche mère, au modelé et à la place dans le paysage, à l'environnement bioclimatique actuel. Les résultats ont contribué à la proposition de critères objectifs de classification des latosols basés sur la morphologie des horizons supérieurs, les types d'oxyde de fer présents, les types d'humus.

Publications

- VOLKOFF, B. 1976. Caracterização dos horizontes de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia através do seu índice de instabilidade estrutural. In Anais do décimo quinto Congresso brasileiro de Ciências do Solo, Campinas, julho 1975. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1976, pp. 373-380.
- VOLKOFF, B. 1976. Perfil textural de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia. In : Anais do décimo quinto Congresso brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, julho 1975. Soc. Bras. de Ciência do Solo, 1976, pp. 381-384.
- VOLKOFF, B.; ANDRADE, M.J. de. 1976. Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia : aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. In : Anais do décimo quinto Congresso brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, Julho, 1975. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976, pp. 119-126.
- VOLKOFF, B. 1977. La matière organique des sols ferralitiques du Nordeste du Brésil. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, vol. XV (3) : 275-289.
- FLEXOR, J.M.; VOLKOFF, B. 1977. Distribution de l'isotope stable ^{13}C dans la matière organique d'un sol ferralitique de l'Etat de la Bahia, Brésil. *C.R. Ac.Sc., Paris, sér. D*, t. 284, pp. 1655-1657.
- VOLKOFF, B.; CESAR, V.P. 1977. Ferro nos Latossolos do Estado da Bahia. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*. vol. I (2-3) : 85-92.
- VOLKOFF, B.; FLEXOR, J.M.; SANTA ISABEL, L.; SANTA ISABEL, M. 1978. Natureza do humus nos latossolos distróficos da Bahia. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, vol. II (1) : 59-63.
- VOLKOFF, B. 1978. Os produtos ferruginosos que determinam a cor dos latossolos da Bahia. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*. vol. III : 269-280, 1978.
- VOLKOFF, B.; RIBEIRO, L.P. 1979. O ferro em solos vermelhos latossólicos e podzólicos da região de Jequié, Bahia. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, vol. III (3) : 162-168.
- CHAUVEL, A.; MELFI, A.J.; OLIVEIRA, J.; VOLKOFF, B. 1981. Latossolos do Nordeste brasileiro semi-árido : equilíbrio e desequilíbrio bioclimático, guia da excursão pre-congresso, 26-29 de agosto de 1981. *Anais XVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Salvador*, 37 p.
- RIBEIRO, L.P.; VOLKOFF, B.; MELFI, A.J. 1990. Evolução mineralógica das argilas em solos vérticos do Recôncavo bahiano. *Rev. bras. de Ciência do Solo*, 14 : 263-268.
- Le matériel originel des sols vertiques de cette région formés sur roches sédimentaires argileuses a pour constituant argileux principal la beidellite et de faibles quantités d'illite, vermiculite et kaolinite. L'évolution de ces minéraux vers le haut des profils est discutée.*

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR DOMINIQUE MARTIN À L'UFBa ENTRE 1979 ET 1981

Arrivé pour la première fois à Salvador en mai 1979 et sachant à peine le portugais, D. MARTIN doit se mettre de suite au travail pour préparer les 70 heures de cours des deux matières qu'il enseignera d'août à décembre de la même année (chimie du sol et pédogenèse). Pour ce faire, un important travail de bibliographie brésilienne est réalisé de manière à intégrer le plus possible d'exemples locaux dans l'enseignement donné. Il participe également aux travaux pratiques de chimie du sol. Cette lourde tâche d'enseignement ne lui permet pas de s'attaquer à un sujet de recherche personnel. Il assurera le même enseignement en 1980 puis rejoindra la France. Il est cosignataire d'une communication scientifique avec F. SOUBIES *et al.* en 1981.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR GILLES RICHÉ À L'UFBa ENTRE 1973 ET 1981

ENSEIGNEMENT ET ENCADREMENT DE THÈSES

Affecté à l'Institut de géosciences, G. RICHÉ arrive à Salvador en septembre 1973 et va assumer, durant huit années consécutives dans le cadre de la post-graduation :

- **L'enseignement** de la physique des sols et de la cartographie ;
- **L'orientation scientifique** de huit thèses de Mestrado portant principalement sur des problèmes de pédogenèse, de classification et de physique des sols dans des conditions écologiques variées. Ces thèses, dont les titres sont ici traduits en français sont les suivantes :

- **Sonia Maria Lima dos SANTOS.** « Contribution à la caractérisation, genèse et classification de quelques sols dérivés de calcaire dans la région de Irecê-Xique-Xique (Bahia, Brésil) ». 99 p. Soutenue en 1976.

Une première contribution à l'étude des sols dérivés de calcaire dans le Nord-Est de l'Etat de Bahia.

- **Fernando BARRETO e SILVA.** « Sols décarbonatés dérivés de calcaire Bambui dans la région d'Irecê (Bahia) ». 131 p. Thèse soutenue en 1977.

L'étude de six profils de sols situés sur un karst calcaire dont l'altération est pelliculaire et sous climat semi-aride montre que la décarbonatation des sols favorise une évolution ferrallitique calcique.

- **Edla Valença NOU.** « La pédogenèse sur calcaire Bambui. Etude d'une toposéquence Cambisol-cambisol vertique-vertisol ; dynamique des carbonates, région d'Irecê, Bahia ». 139 p. Thèse soutenue en 1978.

Les mécanismes de formation et d'évolution des sols sur croûtes calcaires ainsi que la dynamique de la calcite sont étudiés. Pour la première fois dans la région, la présence de minéraux argileux attapulgite dans les encroûtements est observée.

- **Nestor Altamirante LOPEZ SOBRINHO.** « Caractéristiques structurales de quelques sols dérivés de calcaires et de roches basiques dans les régions d'Irecê, Castro Alvez e Connacô, Bahia ». 60 p. Thèse soutenue en 1979.

L'application du test d'instabilité structurale de HENIN permet de faire une étude comparative du rôle du calcium et du magnésium sur la stabilité structurale.

- **Sergio P. PESSOA.** « Comparaison des sols podzoliques et des latossols dans la région du littoral Sud de la Bahia ». 150 p. Thèse soutenue en 1980.

L'étude minéralogique et le comportement hydrique des argiles expliquent les différences de structure entre les deux types de sols étudiés. Un schéma de la formation et de la dégradation des minéraux argileux est donné dans chaque cas.

- **Mario Luiz PERREIRA.** « La pédogenèse sur la formation Barreiras et les roches cristallines sous climat tropical humide, région de Nazaré et Firmino Alvez, Bahia ». 80 p. Thèse soutenue en 1980.

Ce travail confirme l'importance de la nature du substrat sur le degré d'évolution des sols et la nature des minéraux qui vont de la kaolinite mal cristallisée aux métahalloysite et kaolinite.

- **Macario COSTA Jr.** « Pédogenèse sur grès et micaschistes et alluvions du Rio São Francisco en milieu semi-aride, région de Sobradinho, Bahia ». Thèse soutenue en 1980. *Il est montré que même sous faible pluviométrie (500 mm), la pédogenèse est active et les sols très évolués. En dehors des alluvions qui présentent une accumulation de silice en profondeur, les sols se forment pratiquement en place, la contribution du matériel allactone étant très faible.*

- **Fortunato FERREIRA.** « Une séquence géographique de sols dérivés du calcaire Bambui, du conglomérat et de grès sous climat semi-aride, région de Santo Suarez, Itaquara, Bahia ». Thèse soutenue en 1981.

En dépit des apparences, dans les régions très sèches, le matériel d'origine des sols n'a pratiquement pas subi de transport, les sols sont très évolués et le processus actuel est dominé par la ferrallitisation.

TRAVAUX CARTOGRAPHIQUES

Ces travaux, réalisés à diverses échelles, obéissaient à des objectifs thématiques variés : aménagement régional, projets d'irrigation, planification des cultures au niveau des propriétés agricoles. Dans la plupart des cas, ces travaux étaient effectués dans le cadre des stages de cartographie des sols dispensés aux étudiants. Ainsi la carte pédologique de la région d'Irecê au 1/100 000 a été réalisée en 1989 en collaboration avec A. PERRAUD et l'équipe pédologique de l'EPABA et rend compte de la diversité des pédogenèses sur matériau calcaire en conditions semi-arides.

CONFÉRENCES ET SÉMINAIRES

« Politique pédologique pour le Nordeste du Brésil ». SUDENE, Recife, 1981.

« Géographie et chronologie des sols de l'Etat de Bahia ». ORSTOM, Bondy, juin 1981.

RECHERCHE

Le travail d'encadrement de thèses et de cartographie a fourni la matière à des communications aux congrès brésiliens de science du sol (SBCS), à des présentations, à des séminaires ou conférences et à des articles publiés (voir plus bas). Parallèlement le chercheur français a développé l'étude des sols dérivés de calcaire dans l'Etat de Bahia. L'étude des encroûtements calcaires a donné lieu à deux publications.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

- RICHÉ, G.; RIBEIRO, L.P. 1979. Une méthodologie de prospection rapide et fiable pour la cartographie des sols de propriétés rurales d'extension moyenne (100-3 000 ha). XVII Congr. Bras. Ciências do Solo, Manaus, *resumo* 242, p. 88.
- RICHÉ, G.; MACARIO, COSTA Jr. 1979. Applications des méthodes sédimentologiques à la caractérisation du matériel originel des sols sous climat tropical semi-aride. XVII Congr. Bras. Ciências do Solo, Manaus, *resumo* 194, p. 70.
- RICHÉ, G.; NOU, E.V. 1979. Dynamique des carbonates dans les horizons d'accumulation calcaire d'une séquence de sols dérivés du calcaire Bambui. XVII Congr. Bras. Ciências do Solo, Manaus, *resumo* 220, p. 79.
- RICHÉ, G.; RIBEIRO, L.P. 1979. Une méthodologie de prospection rapide et fiable pour la cartographie des sols de propriétés rurales d'extension moyenne (100-3 000 ha). XVII Congr. Bras. Ciências do Solo, Manaus, *resumo*.
- RICHÉ, G.; RAMBAUD, D.; RIERA, M. 1982. Etude morphologique d'un encroûtement calcaire, région d'Irecê, Bahia, Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* Vol. XIX (3) : 257-270.
Ce travail fournit les différents types de cristallisation de la calcite dans les encroûtements calcaires de la région semi-aride du Nordeste brésilien et permet d'aborder l'étude des mécanismes de genèse et d'évolution des horizons qu'ils soient d'altération, à structure conservée (isovolume) ou encroûtés.
- PESSOA, S.C.P.; RICHÉ, G.; SILVA, F.B.R. 1980. Développement de la structure dans les sols podzoliques et les latérites dérivés de granites. *Pesq. Agropec. Bras., EMBRAPA, Brasília*, 15 (3) : 319-328.
- Dans le Sud de l'Etat de Bahia et sous climat tropical humide, la structure des sols est liée au type d'argile 1:1 qui prédomine.*
- DEVER, L.; FONTES, J.C.; RICHÉ, G. 1989. Isotopic approach to calcite dissolution and precipitation in soils under semi-arid condition. *Chemical Geol., Elsevier*, 66 : 307-314.
La dynamique ancienne et actuelle des carbonates dans les encroûtements calcaires d'Irecê et les tendances paléoclimatiques qui en découlent sont discutées à partir des mesures isotopiques effectuées sur les constituants.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR JEAN-FRANÇOIS TURENNE
ET JACQUES GAUTHEYROU
À L'UFBA EN 1973 ET 1974

Jean-François TURENNE, pédologue à partir de Cayenne et Jacques GAUTHEYROU, chimiste, à partir de la Guadeloupe, vont durant deux années consécutives, en 1973 et 1974, dispenser un enseignement de pédologie à l'UFBA. Il s'agit pour J.-F. TURENNE d'un cours de chimie des sols au niveau de la post-graduation à raison de 25 heures par an, les travaux pratiques liés à ces cours étant préparés et assurés par J. GAUTHEYROU. Ces deux chercheurs de l'ORSTOM vont, malgré la relative brièveté de leurs missions faire l'effort d'apprendre la langue portugaise pour pouvoir dispenser cet enseignement de manière plus efficace.

Le cours de chimie du sol, qui sera repris par A. PERRAUD en 1975, comprend une introduction incluant les conditions générales de la pédogenèse et d'évolution des matériaux, et des

différentes parties traitant des constituants minéraux des roches et des sols, de l'acidité, des oxydes et hydroxydes, des phénomènes d'échange, des principaux éléments chimiques des sols (calcium, magnésium, potassium, sodium, phosphore, soufre), des éléments traces et, enfin, de la matière organique. La matière des cours et des travaux pratiques est ronéotypée et diffusée aux étudiants.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR ALAIN PERRAUD À L'UFBA ENTRE 1975 ET 1983

ENSEIGNEMENT

Après le départ de B. VOLKOFF pour São Paulo, A. PERRAUD assume à partir de novembre 1975 la responsabilité de la mission de l'ORSTOM à Salvador et est chargé de l'animation et de la direction scientifique de la post-graduation de géochimie, section pédologie. Pour faire face à la précarité des moyens locaux mis à la disposition de la mission dès 1977, il recherche des financements extérieurs auprès d'organismes brésiliens comme la CEPLAC (Institut du cacao) ou la CHESF (Compagnie d'électricité du São Francisco). Des contacts sont pris avec la SUDENE et l'EMBRAPA afin d'élaborer des projets par conventions sur des sujets plus appliqués.

En attendant que ces ouvertures se concrétisent, A. PERRAUD assure un lourd programme d'enseignement constitué de cours de chimie du sol (45 heures de cours théoriques et deux semaines de travaux pratiques), de 30 heures de cours sur la pédogenèse et de 30 heures de cours théoriques agrémentés de sorties sur le terrain sur les classifications de sols. Ces tâches d'enseignement l'occupent à plein temps tout le second semestre de chaque année. En 1978, A. PERRAUD sera affecté auprès de l'EPABA, Entreprise de Recherches agro-pastorales de l'Etat de Bahia. En 1983, nommé représentant de l'ORSTOM à la suite de P. DUBREUIL, il rejoindra Brasília.

RECHERCHE

Ces travaux de recherche peuvent être subdivisés en deux groupes :

- les travaux de recherche réalisés en tant qu'orientateur de thèses d'étudiants ;
- les travaux de recherche personnels.

Travaux de recherche en tant qu'orientateur

Durant sa permanence à l'UFBA, A. PERRAUD a orienté 15 étudiants et 13 thèses de Mestrado ont été soutenues. Tous ces travaux ont eu pour but de caractériser les sols, si possible à l'aide de toposéquences, de manière à mieux connaître l'influence des différents facteurs de formation et de définir les processus de pédogenèse :

- Isabel Oliveira de ARAUJO. « Contribution à l'étude de la matière organique d'un latosol et d'un sol brun du Reconcavo bahianais ». Thèse soutenue en 1977.

Comparaison de la dynamique des différents composés humiques dans deux milieux totalement différents : milieu hyperacide et milieu légèrement basique.

- **Telma R. RESENDE.** « Contribution à l'étude de la répartition des différentes formes du phosphore dans quelques sols de l'Etat de Bahia ». Thèse soutenue en 1977.
Etude comparative de deux méthodes d'extraction du phosphore assimilable par rapport à l'extraction complète de Chang et Jackson. Importance de la réaction du sol. Discussion sur l'extraction par d'autres méthodes.
- **Nivaldo BURGOS (chercheur EMBRAPA).** « Comparaison des latosols des zones semi-arides et des zones plus humides littorales du Nord-Est de l'Etat de Bahia ». Thèse soutenue en 1977.
Influence du climat semi-aride et de l'altitude sur les principales caractéristiques physiques et chimiques de sols ferrallitiques développés à partir de roches mères diverses. Malgré le degré très élevé d'altération du matériau originel, une étroite relation existe entre ce matériau et le sol.
- **Alcides CARDORO (chercheur EMBRAPA).** « Étude de la pédogenèse des sols bruns et fersiallitiques développés sur roches basiques, région de Castro-Alves, Bahia ». Thèse soutenue en 1977.
Il est montré qu'à partir d'un même matériel d'altération fersiallitique, les différents sols étudiés sont le résultat de l'action de plusieurs processus de pédogenèse : accumulation de matière organique, individualisation du fer, hydromorphie, équilibre des cations, etc. Application à la classification pédologique et agronomique de ces sols.
- **Margarida Marcia de A. TEXEIRA.** « Genèse d'une toposéquence de sols issus de roches acides et basiques. Région de Teresina, Bahia ». Thèse soutenue en 1978.
Les processus de pédogenèse différents sont mis en évidence le long d'une toposéquence à solonetz et vertisols développée sur roches différentes.
- **Castelo M. PEREIRA (professeur à l'univ. de Fortaleza, Ce).** « Genèse d'une toposéquence de sols issus de roches acides. Région de Teresina-Milagre, Bahia ». Thèse soutenue en 1978.
Etude détaillée d'une chaîne de sols le long de laquelle le sol fersiallitique amont se modifie vers l'aval en fonction des conditions de drainage. Mise en évidence du phénomène de ferrolyse modifiant les structures et d'une différenciation « in situ » des sols démontrée par l'étude des sables.
- **Delcio peres HOCHMULLER (Chercheur EMBRAPA).** « Principaux facteurs et processus de formation de quelques sols de la région Sud de l'Etat de Bahia. » Thèse soutenue en 1978.
Sur un matériau d'origine homogène, climat et relief sont les principaux facteurs responsables de la pédogenèse. L'influence de la pluviométrie est mise en évidence. Les sols sont étudiés en fonction de leur taxonomie, de leur potentiel de fertilité et de leur mise en valeur.
- **Acyr Alvos OIVEIRA de MELO (chercheur CEPLAC).** « Pédogenèse, classification et fertilité des sols développés à partir des granulites intermédiaires de Urucuca, Bahia ». Thèse soutenue en 1978.
La profondeur des sols de la région cacaoyère est un critère important pour les pédologues de la CEPLAC (Institut brésilien du cacao). L'étude montre qu'en réalité les sols profonds et peu épais présentent des compositions minéralogiques et des propriétés chimiques et physiques comparables. La présence de la roche-mère en profondeur influe seulement sur une meilleure richesse en bases. Une étude complète de la fertilité est réalisée.
- **Marizete M. Sta ISABEL.** « Étude du comportement des formes du fer dans les sols de la région cacaoyère de Bahia (fer total, libre, amorphe) ». Thèse soutenue en 1978.
Dans la région d'Urucuca déjà étudiée du point de vue pédologique par l'UFBA, 7 profils de différents sols ont été sélectionnés et les formes du fer ont été étudiées en détail. Formes du fer, couleurs, structures et caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques sont mises en relation.
- **Jussara de SENA BRANDÃO.** « Étude des sols dérivés d'argillites, de grès et de marnes calcaires du Reconcava bahianais ». Thèse soutenue en 1979.

Les facteurs de formation, climat et relief étant indentiques, la roche-mère est responsable de la différenciation des sols. Sur les grès se développent des sols ferrallitiques, sur les argillites des sols fersiallitiques, sur les marnes des vertisols et des sols vertiques. Les aptitudes culturales des sols sont évaluées et discutées.

- **Cesar Luiz A. de SOUZA.** « Étude de la séquence sol ferrallitique, sol podzolisé lessivé, podzol, issus de matériaux argilo-sableux à sablo-argileux de la baie de Salvador ». Thèse présentée en 1979.

Etude des relations morphogénétiques des horizons de passage entre le latosol amont, le sol podzologique intermédiaire et le podzol aval.

- **Lezir Montes FERREIRA.** « Étude de latosols d'altitude dérivés des formations Caboclo et Tombador. Chapada Damantina - régions de Seabra et Utinga ». Thèse soutenue en 1986.
- **Ana Maria Pereira dos SANTOS.** « Étude des formes du phosphore d'une série de sols situés dans les régions de Utinga-Iraquara - Irecê, Bahia ». Thèse soutenue en 1986.

Travaux de recherche personnels

Les travaux des étudiants ont été choisis volontairement dans des milieux définis de sorte que les résultats acquis contribuent à l'élaboration d'hypothèses argumentées sur la pédogenèse de la région en fonction du climat et des roches-mères. Ces hypothèses serviront à étayer le cours de pédogenèse de post-graduation et la contribution de A. PERRAUD à l'élaboration d'une nouvelle classification dite objective des sols sous la direction de P. SEGALIN. Le chercheur français participe aux recherches sur les corrélations entre les différentes classifications pédologiques et intervient lors de Workshops internationaux sur ce sujet, en particulier ceux qui traitent des sols tropicaux et qui se sont déroulés au Brésil (1977), en Malaisie et en Thaïlande (1978). Il envisage une affectation à Rio pour animer une équipe de pédologues qui travaillerait sur les processus de pédogenèse en vue de l'élaboration de nouveaux principes de classification. Ce projet ne se concrétisera pas, mais en 1979, après des premiers contacts pris avec l'EPABA [Entreprise de recherches agro-pastorales de l'Etat de Bahia] une convention est signée entre l'ORSTOM et l'EPABA pour la coordination et l'orientation d'un projet sol.

Travaux cartographiques avec l'EPABA

L'EPABA désirait en effet créer, avec l'appui financier de la SUDENE, un service pédologique en vue de la cartographie systématique des sols de l'Etat de la Bahia. Un des aspects les plus intéressants de ce projet et qu'il permettait de recruter et d'employer les anciens élèves formés à l'UFBA comme pédologues de terrain. Le but de ce projet était non seulement de réaliser des cartes à l'échelle du 1/100 000, mais surtout de les traduire en cartes d'utilisation des sols et d'aménagement du territoire. Plusieurs cartes pédologiques seront ainsi établies entre 1979 et 1983 (Irecê, Itaberaba...). L'équipe pédologique comprenait A. PERRAUD aidé de G. RICHÉ et, entre autres, Nestor A.L. SOBRINHO, Macário P. COSTA Jr., Cesar L. A. de SOUZA, anciens élèves de post-graduation ayant achevé leur thèse de Mestrado sous la direction de A. PERRAUD et G. RICHÉ.

PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS

PERRAUD, A. 1978. Characteristics and processes of ferrallitic soils. In : *Proceedings of First intern. Soil Classification Workshop*. Camargo, M.N. éd. Rio de Janeiro 1977, EMBRAPA, 376 p.

- SEGALEN, P.; LAMOUROUX, M.; PERRAUD, A.; QUANTIN, P.; ROEDERER, P. 1978. Proposition pour une nouvelle classification objective des sols. In : Proceed.. Congr. Intern. Sols Edmonton, Canada.
- PERRAUD, A.; PEREIRA, C.M. 1979. Pédogenèse d'une toposéquence de sols issus de roches acides, région de Santa Terezinha, Milagres, Bahia (en portugais). Anais XVII Cong. Bras. Ciências do Solo, Manaus, juillet 1979, *resumo* 223, p. 80.
- PERRAUD, A.; HOCHMULLER, D. 1979. Principaux facteurs et processus de formation de quelques sols de la région Sud de l'Etat de Bahia (en portugais). Anais XVII Cong. Bras. Ciências do Solo, Manaus, juillet 1979, *resumo* 225, p. 81.
- PERRAUD, A.; RICHÉ, G. 1979. Différenciation des horizons B texturaux des latosols et des sols podzoliques en fonction de la minéralogie de leurs argiles (en portugais). Anais XVII Cong. Bras. Ciências do Solo, Manaus, juillet 1979, *resumo* 193, p. 70.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR FRANÇOIS SOUBIÈS À L'UFBA ENTRE 1979 ET 1982

ENSEIGNEMENT

François SOUBIÈS, qui est pédologue mais a une formation complète de géologie, remplace André NOVIKOFF en 1981 et va donc assurer les cours suivants :

- **géochimie de la surface I**, axé sur la minéralogie des minéraux argileux et celle des sols et sédiments en général et d'une durée de 15 semaines (40 heures de cours et travaux pratiques) ;
- **géochimie de la surface II**, axé sur la dynamique des éléments dans les couvertures d'altération intertropicales (40 heures de cours et travaux pratiques).

ENCADREMENT ET ORIENTATION DE THÈSES

- **CARVALHO, L.M. de**. « Mineralizações auríferas de Gentio do Ouro, Bahia ». Thèse de Mestrado soutenue à Salvador en 1984.
- **SOKOLONSKI, H.H.** « Caracterização e evolução pedogenética de alguns latossolos do Vale do Paramirim (Bahia) ». Thèse de Mestrado soutenue à Salvador en 1985.
- **BOUKILI, H.** « Pétrologie, minéralogie et géochimie des altérations de roches ultrabasiques à chromite de Campo Formoso, Brésil ». Thèse de doctorat soutenue à Strasbourg en 1984.

RECHERCHE

Malgré la contrainte des cours à assurer, un important travail de recherche a été réalisé le plus souvent à travers l'encadrement de thèses d'élèves sur les thèmes suivants :

- Évolution des latosols sous climat semi-aride dans les plaines d'Itaberaba et du Parnamirim. Application à la prospection géochimique.
- Altération des roches ultrabasiques de l'État de Bahia. Etude des roches à chromites de la Serra de Jacotina : gîte de Campo Formoso près de Senhor de Bonfim.

- Étude des cuirasses latéritiques et des concentrations métallifères associées. Evolution supergène des veines de quartz aurifères associées aux sills de roches basiques de la région de gentio do Ouro et Ibitiar-Ibiajara (Chapada Diamantina).
- Étude de la pédogenèse sous climat tropical semi-humide et semi-aride sur le socle cristallin dans la région du bas Paraguaçu.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

SOUBIÈS, F.; PINHEIRO, H.A.; LEAL, R.M.P.; RIBEIRO, L.P.; MARTIN, D. PERRAUD, A.J. 1981. Avaliação da pedogênese de duas toposequências de solos na região de Itaberaba. Evolução de latossolos sob clima semi-árido. 18° Congr. Bras. Ciência do Solo, Salvador (Ba), resumo, 124, p. 65.

Les latosols de la plaine de Itaberaba passent vers les axes de drainage à des sols lessivés en surface et généralement riches en argiles 2:1 du type montmorillonite en profondeur. La comparaison avec les évolutions observées en Afrique de l'Ouest amène à envisager une transformation de la couverture latosolique relique en une couverture montmorillonitique plus récente par une dynamique qu'il reste à préciser.

CARVALHO, I.G.; SOUBIÈS, F.; LEPRUN, J.C.; CARVALHO, L.M. 1982. An example of reconcentration by lateritisation processes : the gold district of Gentio do Ouro, Bahia, Brazil. A preliminary study. II Seminar on Lateritisation Processes, São Paulo, Abstract pp. 12-13.

BOUKILI, H.; NOVIKOFF, A.; BESNUS, Y.; SOUBIÈS, F.; QUEIROZ, C. 1983. Pétrologie des produits de l'altération des roches ultrabasiques à chromite de Campo Formoso, Etat de Bahia, Brésil. *Anais Coll. Int. CNRS, Petrol. Alt. Sols*, Paris.

BOUKILI, H.; NOVIKOFF, A.; BESNUS, Y.; SOUBIÈS, F.; QUEIROZ, C. 1983. Pétrologie des produits de l'altération des roches ultrabasiques à chromite de Campo Formoso, Etat de Bahia, Brésil. *Sci. Géol., Mém.* 72 : 19-28.

AUDRY, P.; SOUBIÈS, F. 1984. Estudo da imagem geoquímica das rochas matrizes nas coberturas pedológicas complexas do Vale do Paramirim (Bahia). Aplicação à prospecção geoquímica do chumbo e do zinco. UFBa/ORSTOM, CNPq proc. n° 402830-81. Rel. Final, 93 p. roneo.

SOUBIÈS, F.; CHAUVEL, A. 1984. Présentation de quelques systèmes de sols observés au Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* vol. XXI, 4 : 237-251.

PARISOT, J.C.; SOUBIÈS, F.; AUDRY, P.; ESPOURTELLE, F. 1989. Some implications of lateritic weathering on geochemical prospecting : two Brazilian examples. *J. Geoch. Explor.*, 32 : 133-147.

ACTIVITÉS DÉVELOPPÉES PAR PIERRE AUDRY À L'UFBa ENTRE 1981 ET 1985

CONDITIONS DE DÉMARRAGE

L'affectation de P. AUDRY avait pour objectif principal de remplacer G. RICHE, alors affecté au CPATSA de Petrolina; et d'assurer les tâches d'enseignement prévues contractuelle-

ment vis-à-vis de l'UFBa. Alors qu'à l'origine de la convention et avant son arrivée, l'UFBa représentait un partenaire dynamique et puissant, directement intéressé au succès de l'opération conjointe et sachant lui procurer les moyens indispensables à sa réalisation, lors de son affectation ces conditions ne prévalent plus et le partenariat lutte pour sa survie. De son côté l'ORSTOM avait laissé se faire cette évolution sans partager et transférer les responsabilités techniques d'une façon suffisante. En 198, l'équipe de Pédologie de l'ORSTOM ne comprend plus alors que A. PERRAUD (chef de mission) et F. SOUBIÈS, J. BOYER continuant ses missions à partir de France.

ACTIVITÉS

L'enseignement de la physique et de la dynamique des sols et de la pédogenèse (en association avec J. BOYER pour cette dernière matière) a constitué l'activité principale du chercheur français.

La partie recherche comprenait :

- l'étude des caractéristiques physiques et du comportement hydrique de quelques sols de la région semi-aride de la Bahia (caractéristiques physiques et chimiques, études du bilan hydrique, relations eau-sol-plante). En 1983, un projet CNPq/UFBa intitulé « Dynamique actuelle des latosols du Tropique semi-aride brésilien » dont le coordinateur brésilien était L. PAIXÃO RIBEIRO, est proposé et accepté par le CNPq. Il a pour objectif de répondre aux questions suivantes : dans les conditions climatiques actuelles les latosols peuvent-ils se former ? Quelle est leur évolution et les facteurs responsables de cette évolution : lithologie, végétation, exploitation agricole ? Se dégradent-ils ?
- poursuite, « à temps perdu », d'un travail commencé antérieurement sur l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique.
- participation sous la coordination de F. SOUBIÈS à un travail sur la géochimie des couvertures pédologiques de la vallée du Paramirim orientée vers la prospection du plomb et du zinc.

P. AUDRY a également été responsable de l'Unité de Recherche B2 « Processus de transformation-fonctionnement et transfert aux interfaces sol-plante-eau » de l'ORSTOM en 1985 et 1986.

RÉSULTATS OBTENUS

- AUDRY, P.; SOUBIÈS, F. 1984. Estudo da imagem geoquímica das rochas matrizes nas coberturas pedológicas complexas do Vale do Paramirim (Bahia). Aplicação à prospecção geoquímica do chumbo e do zinco. UFBa/ORSTOM, CNPq proc. n° 402830-81. Rel. Final, 93 p. roneo.
- SOUBIÈS, F.; PARISOT, J.C.; AUDRY, P.; LEPRUN, J.C.; ESPOURTEILLE, F. 1984. Modulação do sinal geoquímico nas coberturas pedológicas tropicais e suas conseqüências em prospecção geoquímica. Dois exemplos brasileiros. Anais Congr. Bras. de Geologia, Rio de Janeiro, nov. 1984, *résumé*, p. 281.
- AUDRY, P. 1985. Propostas metodológicas para determinar datas e condições de plantio nas condições do Sertão do Nordeste Brasileiro. IV Congr. Bras. de Agromet. IAPAR, Londrina, 7-12 julho. *Resumo*.

BILAN DE PRÈS DE VINGT-CINQ ANNÉES DE COOPÉRATION

Une opération de coopération exemplaire

Durant 16 années, en plus du programme de recherche commun avec les partenaires brésiliens, et bien qu'ils ne soient pas enseignants de métier, tous les membres de l'équipe, qu'ils soient permanents ou en missions à partir de la France, ont assuré une lourde charge d'enseignement. Cette charge consistait en l'administration de cours et en l'encadrement de nombreux travaux de thèse.

Le programme mené avec l'Institut de géosciences de l'université de Bahia entre 1969 et 1984 en pédologie a été la seconde opération importante soutenue par l'ORSTOM au Brésil. Elle a contribué à la formation d'un nombre non négligeable de pédologues brésiliens. En montant et assumant une post-graduation de pédologie avec un partenaire dynamique, l'ORSTOM apportait de nouveaux concepts pour la science du sol brésilienne. Cette époque fut un franc succès et nous vaut de rencontrer aujourd'hui des pédologues à des postes de responsabilité qui sont passés par cette formation, nous connaissent, nous estiment.

Plus de vingt-cinq thèses orientées

Il convient de souligner que le nombre de thèses dirigées par les chercheurs de l'ORSTOM ou avec importante participation de ceux-ci dans le cadre de l'enseignement de post-graduation de pédologie à l'UFBA et recensées, est de l'ordre de vingt-cinq pour les programmes de pédologie, de 1969 à 1986 et de vingt-trois pour le programme de géochimie-géologie entre 1978 et 1992. Parmi les jeunes chercheurs formés dans le programme de pédologie, quatre ont intégré le corps enseignant de l'UFBA. Plusieurs autres ont été embauchés par des entreprises publiques EMBRAPA, EPABA, etc., ou privées, où ils occupent des postes de responsabilité.

Parmi les jeunes chercheurs formés par le programme géochimie-géologie, six appartiennent maintenant au corps enseignant de l'UFBA à temps complet et deux à temps partiel, et tous les autres ont trouvé un emploi dans le privé très rapidement.

La participation des chercheurs de l'ORSTOM aux enseignements de base du cours de post-graduation a été déterminante pour la propre existence et le développement du cours mis en place par le Département de géochimie. Cette participation importante s'est poursuivie pendant de nombreuses années, progressivement relayée au fur et à mesure du passage des jeunes chercheurs brésiliens dans le corps enseignant. Outre divers cours implantés par l'équipe de pédologie, l'ORSTOM a assuré, jusque dans la décennie de 80, les cours de géochimie de la surface, de minéralogie des argiles et de géochimie fondamentale.

Avec la formalisation de l'accord cadre CNPq/ORSTOM en 1981, la participation des chercheurs ORSTOM aux enseignements s'est peu à peu restreinte à ceux plus spécifiquement nécessaires à la formation spécialisée des jeunes chercheurs, dans le cadre des programmes développés en coopération, sous la forme de cours et séminaires intensifs distribués sur de courtes périodes, ou encore sous la forme de conférences.

La coopération avec l'UFBA a joué un très grand rôle pour l'audience de l'ORSTOM au Brésil. Le bilan de cette coopération, menée dans les domaines de la pédologie, de la géochimie et de la géologie durant près de 18 ans, et qui se poursuit encore aujourd'hui pour ce qui concerne la géologie, est, de l'aveu même de nos partenaires, hautement positive et constitue **une exemplaire opération de formation à la recherche par la recherche et l'enseignement dont chacune des parties peut être légitimement fière.**

PÉDOLOGIE-GÉOLOGIE

**CONVENTION ORSTOM/
INSTITUT DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET SOCIAL
DE L'ÉTAT DU PARA (IDESP)**

RÉALISATION DE RECHERCHES CONJOINTES EN SCIENCES DE LA TERRE

Localisation

Institut de développement économique et social
de l'État du Pará, Belém (PA)

Chercheur ORSTOM

François SOUBIÈS, pédologue

Partenaire responsable

Raul da SILVA NAVEGANTES, directeur général
et Carlos Moura REIS, chef du développement
des ressources naturelles de l'IDSEP.

Durée

juin 1976 à mars 1978

HISTORIQUE

Une continuation du projet commencé à l'USP

C'est Gaston SIEFFERMANN, alors pédologue en poste à l'Institut de géosciences de l'université fédérale de la Bahia, qui est à l'origine du projet. Depuis deux ans, il donnait à l'IDESP un cours sur la minéralogie des argiles, cours qu'il dispensait déjà à l'UFBA. La nécessité de la participation d'un pédologue aux activités de l'IDESP se fit alors sentir.

Les deux parties s'étant mises d'accord, une convention est signée en juillet 1974 pour trois ans entre l'ORSTOM et l'IDESP. Elle sera renouvelée en 1977. Cet accord prévoyait la créa-

tion ultérieure d'une convention tripartite avec la participation de la Superintendence du développement de l'Amazonie (SUDAM) et de l'Institut de géosciences de l'USP. Cette convention tripartite ne verra pas le jour.

Le programme de pédologie prévoyait la reconnaissance des sols dans les diverses zones d'action de l'IDESP dans l'Etat du Pará avec possibilité d'intervention dans d'autres domaines.

Faute de moyens au départ, ce n'est qu'un an après l'arrivée du chercheur français, lorsque des fonds de la SUDAM versés dans le cadre du programme fédéral « POLAMAZONIA » furent mis à la disposition du projet, que le travail de terrain put véritablement commencer.

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Une véritable exploration scientifique

Le projet, intitulé « **Projeto Santarém-Cachimbo** » avait pour but l'exploration, dans le sens littéral du terme, et la reconnaissance géologique, minière et pédologique du secteur vierge de cette partie de l'Amazonie orientale située tout le long de la route pionnière reliant Santarém à Cuiabá. Cette route, ouverte, comme toutes les autres voies transamazoniennes par le corps du génie militaire, avait été inaugurée par le résident de la République brésilienne GEISEL en 1976. Elle traversait sur 600 km, suivant un axe nord-sud, une zone pratiquement inexplorée, et offrait de magnifiques coupes et tranchées qui permettaient l'observation des sols et des altérites.

F. SOUBIÉS intervenait à deux niveaux : la reconnaissance des sols de la zone dont il dirigeait les travaux et une prospection géologique alluvionnaire du type « stratégique » réalisée par battées et prélèvements divers d'échantillons, à laquelle il participait en association avec une équipe de géologues. La zone prospectée incluait les 50 km de part et d'autre de la piste et le travail se faisait, dans des conditions difficiles, par layons ouverts à la machette, par pirogue le long des rivières ou par hélicoptère. Cette véritable « exploration » a duré trois années.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Les paléo-incendies de la forêt amazonienne

Sur le plan minier, qui a donné lieu à des rapports de mission confidentiels, le principal résultat fut la découverte d'indices d'or près du « planalto do cachimbo ». Ce gisement est exploité actuellement par des orpailleurs (garimpos).

Sur le plan pédologique, outre l'ébauche cartographique réalisée, des sols ferrallitiques "gonflants" originaux, c'est-à-dire à caractères vertiques dus à la présence de minéraux argileux de type métahalloysite peu ferruginisée, développés sur rhyolites, furent reconnus.

Un résultat important a été la découverte des traces de paléo-incendies dans de nombreux sols. La présence de charbons végétaux apportait enfin la preuve que la forêt amazonienne avait été affectée par le passé par une ou plusieurs phases sèches. Les datations du ^{14}C réalisées ont permis de mettre en évidence une phase sèche holocène entre 3 000 et 6 000 ans BP.

Cette phase a provoqué l'incendie de la forêt sur de vastes étendues. Cette découverte fut à l'origine du programme « ECOFIT » sur le Brésil et la Guyane et sur la reconnaissance des lacs de la région de Carajás (voir à ce sujet les références bibliographiques et les dossiers détaillés des projets de géologie du quaternaire avec l'USP et l'Observatoire national de Rio de Janeiro).

PARTENARIAT ET FORMATION

Encadrement de thèses

- **Elcio Noli de CAMPOS.** « Origine supergène d'un gisement de fer d'Amazonie dérivé d'Itabirites ». Thèse doctorat présentée à l'université Paris VII en 1976. (Encadrement en association avec G. SIEFFERMANN.)
- **Roberto D'Al AGNOL.** Thèse 3^e cycle sur la pétrographie des granites transamazoniens soutenue à l'université Paul Sabatier de Toulouse (Laboratoire du Pr LELUBRE).

Activités pédagogiques

- Formation à la séparation et l'identification des minéraux lourds et à la diffraction aux rayons X ; diagnostics minéralogiques ; sorties pédologiques sur le terrain ; aide aux cours de géochimie et de pédologie de P. SEGALIN, M. PINTA, A. NOVIKOFF chercheurs ORSTOM en mission.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

ALMEIDA, C.A.S. ; SOUBIÈS, F. 1977. Projeto « Santarém-Cachimbo » : pesquisa mineral. Rapport final de reconnaissance (5 vol.). IDESP, Belém, rapport confidentiel SUDAM.

SOUBIÈS, F. 1980. Existence d'une phase sèche en Amazonie brésilienne datée par la présence de charbon dans les sols. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, vol. XI, (1) : 133-148.

L'observation des coupes de la route transamazonienne N.S. reliant Santarém (Pará) à Cuiabá (Mato Grosso) a révélé que dans une vaste zone sous forêt au SO du Pará, les sols renfermaient de façon sporadique, à une profondeur assez faible et à peu près constante, des débris charbonneux d'origine végétale. Les datations ¹⁴C effectués permettent de situer l'époque de la carbonisation vers 3000 à 6000 ans BP. Différents arguments d'ordre pédologique et climatique portent à penser que la genèse de ces dépôts de charbons est vraisemblablement liée à l'incendie d'une ancienne ouverture végétale lors d'un épisode climatique plus sec que l'actuel.

CHAUVEL, A. ; SOUBIÈS, F. ; MELFI, A. 1983. Ferrallitic soils from Brazil : formation and evolution of structure. *Sci. Geol. ; Mém.*, 72, pp. 37-46.

SOUBIÈS, F. ; CERRI, C.C. 1985. Matéria orgânica em alguns solos da floresta amazônica no estado do Pará. 20^o Congr. Bras. Ciência do Solo, Belém, resumo 22, p. 45.

La composition et la distribution de la matière organique de différents sols de type « Podzólico Vermelho-Amarelo » situés sous forêt au S.E. de l'Etat du Pará ont été étudiées. La possibilité d'une rupture d'équilibre bioclimatique pendant le Quaternaire récent est discutée.

SOCIOLOGIE ANTHROPOLOGIE SOCIALE

PROJET ORSTOM/CNPq

PRATIQUES FAMILIALES ET CULTURELLES DES TRAVAILLEURS URBAINS À BAHIA

Localisation

Université fédérale de la Bahia (UFBA), Centre des ressources humaines (CRH)
puis post-graduation en sociologie, Salvador, Bahia

Chercheur ORSTOM responsable

Michel AGIER

Chercheuse brésilienne responsable

Nadya CASTRO (UFBA)

Durée du projet

en cours depuis octobre 1986

HISTORIQUE

Une étroite interrelation avec les autres projets de l'ORSTOM au Brésil et les organismes français et brésiliens

La première version de ce projet de recherche fut élaborée, en 1985, à la suite d'enquêtes menées en Afrique noire (Togo et Cameroun) sur des thèmes analogues. Elle se présentait alors comme une proposition de confrontation des références africaines d'origine de la nombreuse population noire de Bahia (origines principalement yoruba, fon et bantou) avec les cadres modernes de la vie urbaine et de la division sociale du travail de la ville de Salvador.

Les premiers contacts avec le CRH de l'université fédérale de Bahia furent établis en 1985, à travers l'équipe du CREDAL-CNRS (Centre de recherche et documentation sur l'Amérique Latine) travaillant au Brésil et à laquelle l'unité de recherche « Travail et travailleurs en milieu urbain » était associée par un Projet ASP-ORSTOM/CNRS.

Au cours de diverses réunions tenues en octobre-novembre 1985, le projet a pris sa forme définitive. Celle-ci se fondait sur les transformations, en cours, de la société bahianaise. Elle fut incorporée à une ligne de recherche et à une équipe du CRH de l'UFBa (sociologie du travail, coordonnée par Nadya CASTRO et Antônio Sérgio GUIMARÃES) qui menait alors diverses recherches sur la nombreuse population salariée des nouvelles implantations industrielles de la Région Métropolitaine de Salvador, en particulier celles du Pôle pétrochimique.

Cet ensemble de recherche concernait principalement les caractéristiques socio-économiques de la main d'œuvre et son rôle social et politique local, la gestion des entreprises et l'organisation du travail. Le projet, monté en association avec Nadya CASTRO, partenaire brésilienne du projet, sur les pratiques familiales et culturelles des travailleurs, permit d'introduire dans cette ligne de recherche du CRH de l'UFBa une perspective relevant plus de l'anthropologie urbaine que de la sociologie du travail, et abordant donc les différents aspects urbains, familiaux et culturels de la vie et des trajectoires de la population étudiée.

Outre la collaboration initiale avec l'équipe Brésil du CREDAL/CNRS, d'autres relations étroites ont été établies dans le cadre de ce projet. Il s'agit principalement du CEDEC de São Paulo, au sein duquel Robert CABANES, sociologue de l'ORSTOM, menait, entre 1984-1987, pour la même UR, une recherche sur les milieux ouvriers à São Paulo, et avec le Mestrado de Ciências Sociais de l'université de Paraíba où Alain MORICE, également de la même UR, menait, entre 1986 et 1989 une recherche sur les travailleurs du bâtiment (Cf. dans la partie Sociologie un développement de ces projets). La collaboration s'est étendue à d'autres institutions brésiliennes, en particulier grâce à une présence régulière des participants du projet dans les rencontres nationales et régionales de l'ANPOCS (Association des chercheurs en sciences sociales) et françaises (GREITD, GLYSI, GEDISST).

En affectation à l'UFBa depuis octobre 1986, M. AGIER a terminé cette affectation en février 1993, mais la continuation pour la période 1993-1995 de la collaboration de l'ORSTOM à l'UFBa, qui s'est trouvée localisée depuis début 1992 au Mestrado de sociologie et anthropologie de cette université, a, d'ores et déjà, été envisagée par la coordination de ce Mestrado (voir le paragraphe ci-dessous sur la coopération). Pascale METZGER, allocataire ORSTOM et géographe, a fait un séjour en affectation lié au projet d'août 1986 à août 1988.

EXPOSÉ DES ACTIVITÉS PRINCIPALES

Le projet s'est initialement intitulé « Pratiques familiales et culturelles parmi les salariés du pôle pétrochimique ». Cela a, à l'époque, permis son intégration complète aux objets et programmes alors en cours au CRH de l'UFBa qui accueillait le projet. Le pôle pétrochimique représentait alors un terrain particulièrement riche en changements et innovations, tant du point de vue de l'accès à l'emploi et des relations de travail que pour ce qui concerne la formation locale d'une nouvelle classe ouvrière jouant un rôle de premier plan dans les relations sociales et politiques à Salvador.

Les enquêtes, qui se sont déroulées au cours de la période 1986-1989, ont donné lieu à un nombre important de publications : quinze articles dans des revues et ouvrages collectifs, douze communications et « papers » (cf. plus bas, résultats et valorisation).

A partir de la recherche menée sur le Pôle pétrochimique, un approfondissement de l'étude des rapports entre classe et race a été décidé en collaboration avec les partenaires de l'UFBA, pour mieux comprendre les transformations en cours sur les plans des statuts sociaux et des formes d'identification des travailleurs urbains. Il s'agissait aussi, par là, d'identifier les acteurs collectifs qui émergent dans la réorganisation économique et sociale en cours, et qui sont susceptibles de jouer un rôle déterminant dans ses infléchissements.

Le programme ORSTOM/CNPq/UFBA a donc élargi son univers empirique, s'intitulant à partir de fin 1989 : « Pratiques familiales et culturelles des travailleurs urbains à Bahia ». De plus, il a commencé à mettre l'accent, d'une manière plus directe, sur la confrontation entre les identités sociales et raciales, tant dans les domaines du travail (études sur les carrières professionnelles dans la pétrochimie selon le sexe et la couleur) et du marché de l'emploi (comparaison des comportements sur le marché de l'emploi entre Blancs, Noirs et Métis), que dans celui de l'émergence des discours de la négritude dans le contexte urbain.

Dans ce cadre, le partenariat s'est également étendu : localement par la collaboration avec le PENBA (Programa de Estudos do Negro na Bahia) de l'UFBA ; sur le plan national avec les différentes équipes participant au groupe de travail de l'ANPOCS intitulé « Problèmes et études de la population noire » ; enfin internationalement par l'appui donné à ce projet par la FORD Foundation.

Accompagnant le déplacement des partenaires brésiliens de la coopération, le projet ORSTOM/CNPq a été relocalisé, à partir du début 1992, au Mestrado de sociologia de l'UFBA.

ACTIVITÉS SECONDAIRES

Elaboré au cours de l'année 1990, un programme de recherche a été mené, à l'UFBA, sous la direction de M. AGIER, sur le thème « Classes, ethnicité et changements sociaux », avec l'appui financier de la FORD Foundation pour la période 1991-1992. Il s'inscrit dans l'approfondissement de l'étude des relations sociales et raciales à Bahia, et représente un déploiement des recherches menées dans le cadre du projet « Pratiques familiales et culturelles... ». Ce programme inclue divers projets, dont la liste est donnée brièvement :

- 1) « Noirs et Blancs sur un marché du travail en changement » (N. CASTRO - UFBA ; L. BARROS - Secretaria do Trabalho do Estado da Bahia ; V. Sá BARRETO - Secretaria do Trabalho do Estado da Bahia).
- 2) « Sexe et couleur de la peau dans le secteur de la pétrochimie » (A.S. GUIMARÃES, UFBA).
- 3) « Identité ethnique et de classe à l'usine - Une étude de cas dans l'industrie métallurgique » (P.C. da SILVA, F. FORD/Mestrado de Ciências Sociais).
- 4) « La construction sociale et biographique des discours noirs » (M. AGIER, ORSTOM).
- 5) « Les Noirs et le pouvoir - Les candidats noirs aux élections municipales de Salvador » (C.L. PEREIRA OLIVEIRA, F. FORD).

Ce programme a permis, en outre, d'accueillir, encadrer, et donner un appui à divers projets (en particulier d'étudiants) portant sur ces thèmes, et de réaliser des publications.

Une première phase s'est terminée en 1992. Le projet a ensuite été renouvelé pour deux ans avec le Mestrado de sociologia de l'UFBA.

RÉSULTATS OBTENUS ET VALORISATION

De nombreux résultats

Afin de résumer les principaux résultats obtenus par la recherche depuis 1986, les différentes questions sont sommairement abordées. Elles se concentrent sur cinq grands thèmes :

- 1) l'approche ethnologique des milieux sociaux urbains ;
- 2) l'analyse des itinéraires professionnels/familiaux/résidentiels des travailleurs enquêtés sur leurs lieux de résidence ;
- 3) la place des nouveaux statuts ouvriers dans les relations sociales urbaines ;
- 4) le poids local des nouvelles identités professionnelles dans la formation des statuts sociaux ;
- 5) le rôle comparé des références raciales et sociales dans la formation des statuts individuels et dans l'identification des mouvements sociaux urbains. Ces questions sont traitées plus en détail ci-dessous.

L'approche ethnologique des milieux sociaux urbains

Dans la première phase du programme, on a d'abord cherché, par divers types d'observations, à resituer les travailleurs du pôle pétrochimique (et, en général, des nouvelles industries bahianaises : pétrole, pétrochimie, plastique, métallurgie, principalement) dans le contexte des relations urbaines et du système local de statuts. Les nouveaux ouvriers bahianais forment-ils un « statut-group » ? Comment leur identité de classe fait-elle sens dans l'ordre des relations sociales urbaines ? Peut-on isoler leurs pratiques sociales en général (professionnelles, résidentielles, familiales, relationnelles et culturelles) dans le système local des symboles sociaux et des statuts ?

On a d'abord délimité un objet empirique urbain qui permette de dialoguer avec les autres recherches menées alors au CRH : un îlot résidentiel d'environ 2 000 habitants, dans le quartier de Liberdade, à Salvador. Ce quartier, formé au début du siècle dans le prolongement de l'ancien centre de la ville, comprend actuellement environ 130 000 habitants, des familles pauvres ou à faibles revenus, et une population principalement noire et mulâtre. Il vient en tête pour ce qui concerne les lieux de résidence de la main-d'œuvre des industries récentes de la région de Salvador (entre 6 % et 10 % selon les sources et selon l'éventail d'entreprises considérées).

On a cherché à comprendre, à partir d'un point de vue monographique, comment les familles entrent dans un ample processus de mobilité (sociale et résidentielle) et de recomposition du statut, à partir d'une insertion dans les nouvelles industries bahianaises.

L'étude des itinéraires socioprofessionnels

Après avoir localisé ces travailleurs dans la ville (en recourant, pour ce faire, à un relevé des fichiers du personnel de deux grandes entreprises du pôle), la première question à résoudre a donc été d'identifier les possibilités de passage à des trajectoires professionnelles stratégiquement ou nécessairement confondues avec les carrières dans ce secteur. On a, pour cela, réalisé l'étude de vingt-cinq trajectoires (professionnelles, résidentielles, et familiales) de travailleurs des nouvelles industries résidant dans le sous-quartier pris comme unité d'enquête.

L'analyse a consisté à identifier, dans ces trajectoires, quelques nécessités : des phases d'initiation (au travail industriel, aux rythmes du salariat, aux savoirs et à la discipline des entreprises) ; de ruptures convergentes (spécialisation professionnelle, mariage, premier enfant, installation résidentielle de la nouvelle famille, syndicalisation) et de linéarité (la trajectoire professionnelle devient ouvrière et l'ensemble des projets sociaux de la famille deviennent

fonction de la carrière). Dans ce cadre, la spécialisation professionnelle représente une marque culturelle décisive pour l'identification avec la nouvelle classe ouvrière bahianaise ; elle situe les nouveaux ouvriers du côté de la modernité.

La grille d'analyse ainsi construite permettait de lire la diversité des trajectoires passées et des destins sociaux parmi une population de travailleurs fortement hétérogène, tant sur le plan professionnel que social : travailleurs permanents et de la sous-traitance, travailleurs « formés » (dotés de diplômes scolaires et/ou professionnels) et non « formés », originaires de la « petite classe moyenne appauvrie » et originaires de milieux pauvres, etc.

Elle permettait, en même temps, de repérer, dans cette diversité, un modèle central, un type de trajectoire où se formait le segment (pour parler en termes de catégorie) et le mode d'identification fournissant la référence dominante de la formation de cette nouvelle classe ouvrière comme groupe de statut et comme acteur politique. C'est la figure, ambiguë et conflictuelle, de l'ouvrier « technicien », l'opérateur, dont la caractérisation nécessitait de recouper ces trajectoires avec les études menées par ailleurs sur le système hiérarchique et les conflits de l'entreprise (voir, ci-dessous, les références et résumés des publications).

Les nouveaux statuts ouvriers dans les relations sociales urbaines

En situant la recherche dans un milieu social urbain donné (quartier populaire, noir, entre la pauvreté et la petite classe moyenne), on s'engageait nécessairement à comprendre les différents mécanismes de mobilité du point de vue des classements sociaux opérés par ce milieu. Cela revenait, de fait, à comprendre cette mobilité et ses effets à partir des familles et dans le cadre du familialisme des relations sociales urbaines.

En effet, les classements sociaux opérés à l'échelle du quartier observé distinguent les « familles nécessiteuses », les « familles équilibrées » et les « familles de la place » (ou « du haut »), traditionnellement dominantes. En même temps que la vie du quartier est marquée par un réseau dense de relations familiales, de compérage et d'amitiés qui mettent en relation les différentes classes de familles (par exemple, les familles nécessiteuses ont leurs parrains - parents ou non - dans la classe des familles équilibrées, et trouvent des employeurs parmi les familles de la place), le classement se fait à partir d'un certain nombre de signes précis : la localisation et l'état de la maison, le sexe du chef de ménage, les dépenses d'ostentation, la position dominante ou dépendante dans les réseaux locaux d'entraide et de pouvoir, la scolarisation des enfants etc.

Dans ce cadre, les familles dites nécessiteuses représentent le pôle négatif du quartier, repoussoir et référence présente dans le souvenir ou les relations des autres familles. Les familles équilibrées, groupe intermédiaire du quartier, oscillent entre le rappel de la pauvreté et l'image globalement dominante de la classe moyenne. Et les nouvelles familles ouvrières cherchent leur place. Généralement originaires des familles équilibrées (aux revenus faibles mais stables), leur revenu peut parfois dépasser celui des familles traditionnellement dominantes (familles de commerçants, fonctionnaires, petits entrepreneurs).

L'attitude logique consiste, tendanciellement, à quitter le quartier pour aller vers de nouveaux espaces qui correspondent à leur nouveau style de vie. Ceux qui restent introduisent dans le quartier de Liberdade des pratiques inusitées : achat et reconstruction rapide de maisons soignées, à étage ; location de maisons ; diminution de l'importance économique des réseaux familiaux environnants ; développement de familles nucléaires, avec peu d'enfants, et où la part des *agregados* (dépendants) est inférieure à celle des autres maisons ; stabilité des unions matrimoniales et réalisation de la figure du père pourvoyeur ; institutionnalisation de la famille sur la pratique du mariage civil, etc.

Toutes ces pratiques deviennent, un peu par contraste, des symboles sociaux d'une distinction urbaine de la nouvelle classe ouvrière. Pour autant, ce ne sont pas des traits culturels propres à cette catégorie de travailleurs. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'une insertion stable dans la collectivité industrielle du pôle et des industries récentes permet à leurs familles de réaliser pleinement ces changements et de développer ces signes dont l'interprétation est globale à la société bahianaise actuelle, en pleine mutation de structure productive et à la recherche d'une identité moderne (voir références bibliographiques).

Identités professionnelles et statuts sociaux

La différenciation sociale des nouvelles familles ouvrières, observée dans le contexte urbain populaire, se situe d'emblée dans une problématique d'intégration, c'est-à-dire d'accès aux canaux formels/institutionnels de reconnaissance, par l'Etat, de l'individu et de sa position sociale, de ses droits sociaux et de son rôle dans la vie de la cité.

Dans ce cadre, l'identité professionnelle occupe une place décisive. Autant qu'un salaire et une certaine stabilité économique du ménage, l'emploi salarié, tel qu'il s'est développé depuis une trentaine d'années dans la région de Salvador, présente trois caractères qui le rendent central dans la recomposition de l'ordre des symboles sociaux. En premier lieu, en l'absence d'un Etat providence et protecteur, la carte professionnelle a valeur de carte d'identité : les noms de catégories professionnelles deviennent des titres sociaux.

En deuxième lieu, le sursalaire - bien qu'avec de fortes variations suivant les secteurs d'emploi et les types d'employeur - signifie l'accès à des services sociaux qui échappent à la grande masse de la population : aide à la scolarisation des enfants, accès direct aux soins de santé, transport résidence/entreprise, aide à l'accès à la propriété, loisirs organisés, etc. Cet accès permet de franchir la barrière de la citoyenneté pour ce qui est de sa composante sociale, laissant l'étiquette de l'exclusion à ceux qui ne parviennent pas à se former une identité sociale professionnelle.

Enfin, troisième contenu de l'identité professionnelle, l'identité de « classe » se construit comme une forme de différenciation statutaire et politique. L'insertion dans les rapports institutionnalisés de classe (où la notion d'institutionnalisation pèse plus que la notion de classe), même si cela se fait par le bas des hiérarchies professionnelles, transforme la relation de l'individu à l'Etat. La possibilité d'être représenté par une collectivité englobante légitime les positions atteintes et donne une identité politique (au sens large, celui que traduit la notion locale de citoyenneté) aux individus ainsi classés.

Dans ces conditions, les travailleurs du pôle pétrochimique et des entreprises comparables (pétrole, plastique, métallurgie), même classés parmi le « peuple » et la « classe travailleuse », se trouvent à la pointe d'une modernité sociale et politique vers laquelle voudrait tendre la société brésilienne d'après la période de dictature. De cette modernité, la masse des citadins est tenue à l'écart. C'est ce qui explique le poids politique local de ces nouveaux ouvriers, et leur donne une place dans la structure sociale plus importante que celle que l'on pourrait déduire de leur seul nombre (voir références bibliographiques).

Identité sociale, identité raciale et ethnicité

Quand on passe, comme on l'a fait dans cette recherche, du travail aux identités professionnelles localement interprétées, et de celles-ci aux identités sociales, et donc à la question des statuts sociaux, on doit nécessairement tenir compte du fait que le Brésil, et l'Etat de Bahia en particulier, est une société à la fois métisse et pluri-raciale, née avec l'esclavage comme système d'organisation sociale de la production. La longue histoire des relations raciales à

Bahia a abouti à deux données actuelles que toute analyse des rapports sociaux doit nécessairement intégrer. Il s'agit, d'une part, de la racialisation des statuts qui fonctionne comme une espèce de naturalisation des positions sociales. Présents dans les différents secteurs d'activités, les Noirs se trouvent aussi cantonnés dans des positions inférieures ou subalternes. C'est ce qu'au Brésil, on appelle « la place du Noir », en bas des hiérarchies sociales et hors pouvoir. D'autre part, il s'agit de la présence, parmi les nouveaux acteurs politiques locaux, d'un mouvement autour de la négritude, qui s'exprime tout à la fois sur les plans social, culturel, et politique.

La recherche, telle qu'elle se développe depuis fin 1989, tourne donc autour de la question suivante : dans quel sens les mouvements, individuels et collectifs, d'identification à la négritude sont-ils un processus de réappropriation raciale (ou ethnopolitique) d'un ample fonds culturel, et, en même temps, un nouveau mouvement social urbain ? Pour traiter cette question, on doit passer par trois ordres de réflexion :

- 1) quelles sont les formes spécifiques du racisme brésilien/bahianais ?
- 2) quelle lecture ethnique (ou raciale) peut-on faire des recompositions sociales en cours à Salvador de Bahia ?
- 3) comment se construit la nouvelle différence « nègre » à Bahia ?

En cherchant à savoir comment se construit cet espace de la négritude, on reste, bien sûr, sur le terrain des statuts sociaux, déjà abordé du point de vue du travail, et des identités professionnelles localement significatives. Seulement, plutôt que d'en rester au seul rapport travail/hors-travail, qui serait, à ce niveau là, d'une portée interprétative limitée, la recherche doit construire, comme objet, tout le champ social de la négritude. Ceci implique, en particulier, d'analyser les usages politiques de la culture afro-brésilienne et sa transformation en culture « nègre » (voir références bibliographiques).

PARTENARIAT ET FORMATION

Dissertations de Mestrado orientées

- **Anete Regis Castro de ARAUJO** : « Apropriação do Espaço. Três Sobrados no Pelourinho », Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFBA (soutenue le 23-10-1989) ;
- **Francisco de Antônio ZORZO** : « Pedra de Sereia - Um estudo sobre forma e uso do espaço urbano em Salvador », Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFBA (orientation transmise à un professeur de l'UFBA).
- **Paula Cristina da SILVA** : « Identidade « étnica » e de « classe » no âmbito do trabalho fabril - Um estudo de caso », Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFBA (soutenue le 09-05-1993).

Chercheur de l'UFBA en poste d'accueil à l'ORSTOM

- **Antonio Sergio GUIMARÃES** (janvier-février 1990).

Chercheur de l'UFBA associée à l'ORSTOM (1991-1992)

- **Nadya CASTRO** - Projet « Marché du Travail, Mobilités Sociales et Différenciations raciales à Bahia » (URS E).

Stagiaires formés sur place

- **Rosa Beatriz MARINHO**, étudiante en Sociologie UFBA (CNPq, août 1988-juillet 1989) ;

- **Clovis Luiz Pereira OLIVEIRA**, étudiant en Sociologie UFBA-préparation au Mestrado (CNPq, août 1988-juillet 1989 et FORD à partir de janvier 1991) ;
- **Paula Cristina da SILVA**, étudiante en sociologie/anthropologie UFBA - Mestrado (FORD, à partir de janvier 1991) ;
- **Zoraide da Silva GRAMACHE**, étudiante en histoire UFBA (FORD, à partir de mars 1991) ;
- **Jadson José CARDOSO ARAUJO**, étudiant en Histoire UFBA (FORD à partir de mars 1991) ;
- **Amélia Teresa MARAUX**, étudiante en anthropologie UFBA (FORD, à partir de mars 1991).

Enseignement dispensé par le chercheur français

- Professeur visitant du Mestrado d'architecture et urbanisme de l'UFBA (« Tópicos especializados » - anthropologie urbaine), depuis juillet 1990.
- Professeur visitant du Mestrado de sociologie de l'UFBA (« Área de concentração » en Anthropologie) depuis décembre 1990.
- Octobre-décembre 1988 : Séminaire de formation - Centro de Recursos Humanos de l'Université Fédérale de Bahia : « Histoires de vie et trajectoires socio-professionnelles » (8 étudiants, 24 heures).
- Mars-décembre 1990 : Séminaire de recherche - CRH/UFBA et PENBA (Programa de Estudos do Negro na Bahia) : « Les formes sociales, culturelles et politiques de la négritude à Bahia » (20 étudiants, 57 heures : enseignement, coordination, suivi de projets d'étudiants).
- Juillet et décembre 1990 : Participation au cours de théorie sociologique du Mestrado de sociologie de l'UFBA (resp. : Antonio Sergio GUIMARÃES et Nadya CASTRO) : « La théorie de la pratique » et « Classe sociales et ethnicité » (12 étudiants, 16 heures).
- Mars-juillet 1991 : Cours d'anthropologie de l'espace urbain - Mestrado d'architecture et urbanisme/UFBA (25 étudiants, 45 heures).

Autres tâches et activités

- Membre du Conseil technique du CRH (1987-1991).
- Membre du Comité éditorial de la revue *Caderno CRH* (1991-1992).

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Un bilan positif, une insertion réelle

L'insertion du chercheur français au sein de l'UFBA s'est faite progressivement. Depuis environ trois ans, il y joue un rôle important, en particulier en ce qui concerne l'animation et la direction scientifique, et la formation de jeunes chercheurs. Les partenaires sont aujourd'hui demandeurs d'une continuation de ce type de coopération, dont ils soulignent l'intérêt en comparaison aux collaborations plus ponctuelles et temporaires auxquelles ils étaient habitués avec les chercheurs étrangers. Eux-mêmes se sont progressivement de plus en plus impliqués dans cette coopération. L'insertion récente de Nadya CASTRO (coordinatrice brésilienne du projet « Pratiques familiales et culturelles... ») comme chercheur associée de l'ORSTOM pour la période 1991-1992, sa participation (et celle d'Antonio Sergio GUIMARÃES, actuel directeur du CRH et autre participant du projet) au séminaire de septembre 1991 de l'UR « Migration, Travail et Mobilité Sociales » à Paris, démontrent l'établissement de liens scientifiques durables, et profitables pour les deux parties, tissés au long de cette coopération.

Propositions pour l'avenir

Déplacée au Mestrado de Sociologia de l'UFBA, mais avec les mêmes partenaires, la coopération se poursuit après le départ de M. AGIER. Le Mestrado de sociologia est intéressé par une recherche pluridisciplinaire et collective menée sur la **périphérie urbaine de Salvador**. Il s'agit d'une zone urbaine qui concentre la plus grande part des problèmes d'habitation, de violence et de chômage de Salvador, et qui reste dans l'ensemble peu étudiée, notamment pour ce qui concerne les formes de participation sociale de la population, son insertion économique, ses pratiques en matière d'habitation, ses formes d'organisation familiale et de contrôle social, et la diffusion massive en son sein de nouvelles religions, salvatrices ou spiritualistes. Il s'agit là d'une possibilité intéressante de donner suite à une coopération dont nos partenaires brésiliens, CNPq et UFBA, ont régulièrement souligné l'intérêt et la qualité.

Suggestions d'amélioration

M. AGIER souligne, pour ce qui concerne le domaine des sciences sociales au Brésil, la nécessité d'établir deux types d'inventaire :

- un inventaire des **compétences manquantes** dans les centres de recherche brésiliens, et que l'ORSTOM pourrait combler par ses propres chercheurs. Il cite en particulier les domaines de l'anthropologie et de la sociologie urbaine, de la géographie et de la démographie, approches peu représentées en général au Brésil, et dans lesquelles l'ORSTOM a une longue expérience et plusieurs spécialistes ;
- un inventaire des équipes et centres de recherche brésiliens **les plus spécialisés et performants**, garantissant une coopération de haut niveau et de bonnes conditions de travail.

Dans le domaine de la valorisation, le chercheur français suggère une possibilité d'amélioration de la coopération par la mise à disposition d'une ligne budgétaire à la représentation ORSTOM au Brésil qui permettrait de développer de manière autonome une politique de publication **au Brésil** des résultats des recherches menées en coopération. Cela permettrait de maintenir un rythme constant de publication des résultats sans dépendre entièrement des fluctuations budgétaires des partenaires. D'autre part, cela donnerait une plus grande visibilité à la présence de l'Institut et à la qualité de ses recherches dans ce pays.

RÉFÉRENCES ET RÉSUMÉS DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

Ne sont pas incluses dans la bibliographie présentée ci-après les publications de N. CASTRO relatives à sa participation au projet « Pratiques familiales et culturelles des travailleurs urbains » et dont elle est seule auteur. Ces publications sont constituées, pour mémoire, de 13 articles parus dans des revues à comité de lecture ou ouvrages collectifs, d'un article paru dans une revue sans comité de lecture et de nombreuses communications.

Publications issues du projet « Pratiques familiales et culturelles des travailleurs urbains à Bahia » (1986-1991) :

- 11 articles dans des revues à comité de lecture ;
- 3 articles dans des revues sans comité de lecture ;
- 8 communications à des colloques ;
- 1 communication de type « paper » non publié ;
- 2 éditions d'ouvrage collectif.

CERTAINS DE CES MANUSCRITS SONT ENCORE SOUS PRESSE.

AGIER, M. 1989. Le sexe de la pauvreté. Hommes, femmes et familles dans une « avenida » à Salvador de Bahia., *Cahiers du Brésil contemporain*, n° 8, Paris, pp. 81-112.

AGIER, M. ; CASTRO, N. 1989. Et d'ici cinq ans, crier : Liberté ! - Projet ouvrier et destins personnels parmi les travailleurs et les leaders syndicaux de la nouvelle industrie de process à Bahia (Brésil). *Biographie et Société-AIS/Pratiques sociales et Travail*. ORSTOM, n° 13/11, Paris, pp. 3-32.

Cet article fait une comparaison entre des trajectoires d'ouvriers et de leaders syndicaux. Il met en évidence la centralité de la professionnalisation et de l'école (comme lieu d'apprentissage et comme milieu d'expériences sociales et politiques) pour déterminer l'identification des sujets à la nouvelle classe ouvrière bahianaise.

AGIER, M. 1990. O sexo da pobreza. Homens, Mulheres e Famílias numa « avenida » em Salvador da Bahia. *Tempo Social*, vol. 2, n° 2, USP, São Paulo, 1990, pp. 35-60.

Ce texte a pour objet deux questions concernant les milieux urbains pauvres : 1) existe-t-il un modèle familial spécifique aux milieux pauvres, particulièrement dans les groupes domestiques dont le chef est une femme ? 2) une mentalité spécifique (une « culture de pauvreté ») reproduit-elle la condition de pauvreté ? L'étude d'une avenida (venelle) dans le quartier de Liberdade à Salvador permet d'observer en particulier une différence de rôle et de statut entre les hommes et les femmes dans les situations de pauvreté et l'importance, pour les groupes domestiques de femmes, de leur famille d'origine.

AGIER, M. 1990. Lógica da diferenciação social. Nota sobre as trajetórias profissionais no novo operariado baiano. *Caderno CRH*, n° 13, Salvador pp. 97-109.

A partir d'un corpus de 25 trajectoires de travailleurs des nouvelles industries bahianaises, ce texte propose une analyse de la formation de trajectoires spécifiquement ouvrières. On y relève et analyse quelques récurrences : les phases nécessaires d'initiation, ruptures convergentes et linéarité. On identifie, à partir de là, comment se construit une spécificité, à la fois individuelle et collective, de ce nouveau groupe social. Ces analyses sont resituées dans le cadre des changements globaux qui traversent la ville de Salvador.

AGIER, M. 1990. Espaço urbano, família e status social. O novo operariado baiano nos seus bairros. *Caderno CRH*, n° 13, Salvador, pp. 39-62.

Cet article étudie la mobilité résidentielle des travailleurs du pôle pétrochimique à partir de données concernant près de 2 000 salariés et la relation entre les déplacements de résidence et la mobilité sociale. Il analyse comment les nouvelles familles ouvrières résolvent leur problème de statut, en restant dans leur quartier d'origine ou en partant vers de nouveaux quartiers prévus pour ces nouvelles catégories.

AGIER, M. ; GUIMARÃES, A.S. 1990. « Identidades em Conflito. Técnicos e peões na Petroquímica da Bahia », *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, vol. 11, n° 13, pp. 55-68.

GUIMARÃES, A.S. ; AGIER, M. ; CASTRO, N. ; FRANCO, T. 1990. Classes, trabalho e diferenciação social : a Bahia nos anos 80, *Caderno CRH*, n° 12, Salvador.

AGIER, M. 1990. Os lugares da negritude. Etnicidade e identidade social entre trabalhadores negros da moderna indústria baiana. Communication présentée au XIV^e Encontro da ANPOCS, Caxambu, octobre 1990, 39p. multig.

A partir de données statistiques recueillies dans deux entreprises du pôle pétrochimique, cette communication étudie la position spécifique des travailleurs noirs dans les nouvelles industries bahianaises.

AGIER, M. ; GUIMARÃES, A.S. 1991. Alchimie ouvrière. Techniciens et « peões » dans l'industrie de process à Salvador de Bahia., *Sociologie du Travail*, vol. XXXIII, [3] : 351-374. (version portugaise in *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, vol. II, n° 13, 1990, pp. 51-68.)

On aborde, dans ce texte, les « subjectivités » des travailleurs des industries de process à Salvador de Bahia, leurs représentations et formes d'identification sociale. En particulier, on cherche à comprendre comment se fait l'articulation entre les cultures d'entreprise, fondée sur les rigides exigences technologiques et de gestion des industries de process, et les cultures du travail, forgées dans le quotidien des relations sociales de la production.

AGIER, M. 1991 (org.). Cantos e Toques - Etnografias do Espaço Negro na Bahia, Salvador, Caderno CRH, supplément 1991, Salvador, CRH/Fator, 120p.

Il s'agit d'un ensemble de cinq articles rendant compte des travaux du séminaire « Les formes sociales, culturelles politiques de la négritude à Bahia », réalisé sous la coordination de M. AGIER, de mars à décembre 1990.

AGIER, M.. 1992. Famille, familialisme et modernité à Bahia (Brésil). *Cah. Sci. Hum., ORSTOM*, vol. XXVIII [3] : 413-437.

Ce texte étudie le rôle que joue aujourd'hui la symbolique familiale dans la formation des statuts sociaux, et le rôle du familialisme dans le fonctionnement de la société. Cette question est traitée à partir du quartier Liberdade, à Salvador. On cherche ensuite à comprendre comment le changement s'introduit dans ce milieu social, du point de vue de l'organisation des groupes domestiques et du point de vue des relations urbaines.

AGIER, M. 1992. Cette chose auprès de laquelle nous habitons. Réflexions sur un itinéraire de recherche. *Cahiers Pratiques sociales et Travail*, [15] : 1-19.

Cet article est une réflexion synthétique sur l'étude de la relation travail/hors-travail sur différents terrains, plus particulièrement dans les enquêtes menées à Bahia. On y aborde notamment les thèmes du travail, de l'identité et de l'ethnicité.

AGIER, M. 1992. Ethnopolitique - Racisme, statuts et mouvement noir à Bahia. *Cahiers d'Etudes africaines*, vol. XXXII, [125] : 413-437.

On cherche, dans cet article, à comprendre la signification, dans la vie urbaine bahianaise, des divers mouvements, individuels et collectifs, d'identification à la négritude. Ils représentent, tout à la fois, la formation d'un nouvel espace social et la réappropriation raciale (c'est-à-dire politique) d'un fonds culturel ample et divers.

AGIER, M. 1992.(org) Politique de l'identité - Les Noirs au Brésil. *Cahiers d'Etudes africaines*, EHESS, vol. XXXII, n°125.

Ensemble de quatre articles portant sur les Noirs à Bahia. Sommaire :

- 1) « Présentation : Rome noire, un rêve de ghetto païen » (Michel AGIER) ;
- 2) « Differences et résistances - Les Noirs à Bahia sous l'esclavage » (João José REIS) ;
- 3) « Les classes et leurs couleurs à Bahia » (Antonio Sergio GUIMARÃES) ;
- 4) « Ethnopolitique - Racisme, statuts et mouvement noir à Bahia » (Michel AGIER) ;
- 5) « La divinité Caboclo dans le candomblé de Bahia » (Jocélio Teles dos SANTOS).

CASTRO, N. ; GUIMARÃES, A.S. 1992. Les ouvriers de la décennie perdue - Réflexions sur le travail industriel et les identités de classe à Bahia, Brésil. *Cah. Sc. Hum.*, vol. XXVIII, n° 3, pp. 373-389.

SOCIOLOGIE-ÉCONOMIE

PROJET ORSTOM/CNPq-CEDEC

**POLITIQUE ET GESTION DE LA MAIN D'ŒUVRE
CONDITIONS DE TRAVAIL ET MODE DE VIE
DANS LE GRAND SÃO PAULO
(TRAJECTOIRES PROFESSIONNELLES,
MODES DE VIE ET CULTURES
DES TRAVAILLEURS DE L'INDUSTRIE)**

Localisation

Centre d'études et culture contemporaine (CEDEC), São Paulo

Chercheur ORSTOM

Robert CABANES

Partenaire responsable

Lúcio F. KOVARICK, professeur (CEDEC)

Durée du projet

février 1984 - septembre 1987 (et jusqu'à la fin 1989 à partir de la France)

HISTORIQUE

En 1982, R. CABANES, après un temps passé au CNRS, revient à l'ORSTOM et s'engage activement dans le processus de la création du futur département de l'ORSTOM « Urbanisation et socio-système urbains » qui lui paraissait souhaitable pour plusieurs raisons dont l'une était de combler une lacune dans un domaine de recherche bien peu étudié au regard des questions que posait la croissance considérable des villes des pays en voie de développement.

Son analyse est la suivante. A la fin des années 70, on assistait en France à un rapprochement assez inattendu entre la sociologie urbaine qui, après avoir replacé la demande de recherche appliquée des planificateurs dans l'ensemble des conditions de production de la ville, et fourni une réponse fondée sur la contestation exprimée par les mouvements sociaux urbains, amorçait une fin de parcours structuraliste et s'interrogeait de manière plus anthropologique sur la spécificité du local et la sociologie du travail. Celle-ci remettait en cause, suite

au chômage et à l'épuisement du modèle taylorien, les paradigmes qu'elle avait élaborés après plus de trente ans de croissance continue. En prenant du champ pour essayer de comprendre la crise d'action du monde du travail dans la société, elle analysait de plus près l'insertion des travailleurs dans leur environnement social.

Les intellectuels des sociétés latino-américaines, plus particulièrement de celles qui avaient connu un essor économique important après la guerre, comme le Mexique ou le Brésil, suivaient avec quelque décalage cette évolution qui, à l'inverse, correspondait chez eux à une montée des mouvements sociaux urbains du travail où se mêlaient sans distinction, revendications du travail et revendications plus proprement urbaines. Du coup, le « segment social local » prenait dans ces mégapoles une dimension tonitruante et directement politique étant donné leur poids économique et social dans chaque pays. L'intérêt d'un projet de recherche sur les trajectoires professionnelles, les modes de vie et cultures des travailleurs de l'industrie dans une mégapole brésilienne se faisant conjointement sentir et au CEDEC et à l'ORSTOM, le projet est monté et accepté par le CNPq. En février 1984, R. CABANES part pour le Brésil.

Le choix de São Paulo

L'intérêt de l'étude du milieu industriel au Brésil, plus particulièrement à São Paulo, sa capitale industrielle, est d'abord porté par sa grande réussite dans les années 60 et 70. Exemple parmi d'autres, l'Asie du Sud-Est qui illustre la capacité des nations en développement à passer sans transition d'un stade à un autre du développement. Le choix s'est porté sur la région métropolitaine de São Paulo parce qu'elle présentait un cas, exemplaire au Brésil, d'industrialisation réussie et de classe ouvrière active.

Démarche anthropologique plutôt que science politique

Il ne s'agissait pas de faire de la localité le support d'une analyse de science politique, mais plutôt de rechercher, à travers l'étude anthropologique de l'insertion des travailleurs dans leur travail et leur milieu social, les fondements de leurs cultures et de leurs actions. C'est sur cette base, l'unité d'une approche du travail et d'une approche urbaine, et sur ce décalage, l'anthropologie au lieu de la science politique, que s'est décidé puis développé le processus de coopération avec le CEDEC à São Paulo.

MÉTHODOLOGIE

Les deux modes d'approche : étude de l'entreprise, études des trajectoires professionnelles

Il a semblé utile d'observer d'assez près ce passage sans transition d'un stade à un autre du développement d'un point de vue sociologique, pour tenter d'expliquer à la fois cette réussite et les raisons de ses limites. Deux modes d'approche ont été utilisés : l'étude de l'entreprise en tant que milieu socio-technique d'interaction entre plusieurs catégories d'acteurs ; l'étude des trajectoires professionnelles dans le milieu ouvrier. La première condition d'une étude de ce type est une bonne connaissance du milieu étudié. Il a donc été procédé en premier à l'étude des lieux de travail (usines) où se constituent des rapports sociaux particuliers, où s'aspirent et se refoulent en permanence des travailleurs dont une petite partie se fixe. La politique de gestion de la main d'œuvre d'une entreprise définit des qualifications et des statuts ouvriers qui deviendront définitifs pour ceux qui s'y stabilisent. Elle définit également, en coopération-conflit avec

ouvriers et syndicats, des relations sociales de travail particulières qui forment l'expérience ouvrière. Les fichiers des entreprises et les entretiens sur les lieux de travail permettent de construire un cadre des itinéraires professionnels possibles et de repérer les plus courants.

Le choix des entreprises répondait au souci d'appréhender la diversité de la classe ouvrière pauliste : de l'usine dont le niveau technologique est de la fin du XIX^e siècle et qui capte à leur arrivée les migrants du Nord-Est à celle dont le niveau d'automatisation est comparable en tous points à celui des pays développés ; des branches industrielles différentes ; des multinationales et des entreprises nationales. En même temps ces enquêtes permettaient de s'imprégner du milieu industriel : les ouvriers d'abord, mais aussi les différents niveaux de la hiérarchie et les patrons, les syndicats, l'État également vu à travers les relations entre ces différents acteurs.

En ce qui concerne les trajectoires professionnelles ouvrières l'objet est ici de spécifier, non pas le fonctionnement réel tel qu'on peut le percevoir en entreprise, mais l'histoire et les attentes d'une catégorie d'acteurs, leurs stratégies professionnelles et sociales, leur évaluation du système industriel, les types de rapport au travail et à la société, leurs cultures en somme. La méthodologie est celle du recueil, à passages répétés, de récits de vie d'une soixantaine de familles (hommes et femmes) de tous niveaux professionnels (de manœuvre à superviseur), en orientant la conversation sur l'itinéraire de travail et le travail actuel, mais en laissant aussi beaucoup de place aux formes libres de l'expression et aux enchaînements spontanés.

Il faut signaler enfin, avant de poursuivre, que cette étude était coordonnée avec celles de Michel AGIER à Salvador de Bahia qui faisait une étude sur les travailleurs du pôle pétrochimique, et de Alain MORICE à João Pessoa, capitale de l'État de la Paraíba qui étudiait un secteur réputé « traditionnel », celui du bâtiment (voir les dossiers traitant de ces deux projets en particulier).

RÉSULTATS

L'entreprise

Les effets de la création du Fonds de garantie pour temps de service (FGTS)

La réussite sociale ou sociologique, au-delà bien sûr de la dimension économique globale environnante qui est soumise à des variations étonnantes, de la plupart ou d'un grand nombre, des entreprises dans la région Sud-Est du Brésil, semble résider dans le caractère progressif ou progressiste de la transformation, ainsi que dans les souplesses de l'adaptation, d'un paternalisme traditionnel autoritaire et brutal. Le caractère progressif de la transformation, c'est, pour l'essentiel, le passage d'une forme de domination individuelle *ad hominem* dans une sorte de rapport personnel totalement mythifié, à une forme de domination collective sur un ensemble de travailleurs. Cette dernière n'exclut pas totalement la première, mais elle marque massivement l'ensemble du monde industriel. Le fait que la réprimande d'un chef ne soit plus reçue avec la plus grande docilité, voire avec le plus grand respect, mais qu'au contraire elle puisse donner lieu à la solidarité inter-individuelle ou à la constitution de l'organisation syndicale, signifie qu'existe, au moins en puissance, un collectif ouvrier capable d'autonomie, donc de dialogue, avec la direction et la hiérarchie.

Dans ce progrès, prennent naissance aussi bien les stratégies de la formation permanente et du perfectionnement personnel que les grands affrontements syndicaux contre le patronat ou l'État. Certes les unes et les autres ne concernent pas toute l'industrie dans toutes les régions du pays, ni même toute l'industrie dans la région de São Paulo, mais les faits existent, de manière

assez puissante pour faire référence dans tous les esprits. Pour mieux se représenter ce changement, il suffit de rappeler que les deux tiers des ouvriers sont issus de régions du Nord et du Nord-Est où sévissent encore en milieu rural, comme en d'autres Etats d'ailleurs, des rapports de production de type féodal ou esclavagiste. Rappelons en outre que, pour accroître la liberté des entreprises dans la gestion de la main d'œuvre, puisqu'il était pratiquement impossible de licencier les salariés ayant 10 ans ou plus d'ancienneté, la loi instaure en 1965 une sorte de prime au changement appelée FGTS (Fonds de Garantie pour le temps de Service) qui est donnée par l'employeur lors d'un licenciement et qui représente environ un mois de salaire par année de travail. Mesure "moderne" puisqu'elle facilite la rupture de la chaîne des liens personnels ; c'est pour cela qu'elle fut bien accueillie, tant par le patronat qui n'avait pas à payer en cas de licenciement au-delà de 10 ans une prime égale aux salaires perçus par l'ouvrier, que par les ouvriers qui pouvaient élaborer des stratégies de départ en fonction de la prime qu'ils allaient toucher. Les vicissitudes de la rotativité ne sont apparues que plus tard avec la crise des années 80. Elles peuvent être assimilées à de la précarité dans un contexte de chômage qui dure depuis plusieurs années. Mais elles faisaient partie au départ d'un phénomène positif.

« São Paulo ne peut s'arrêter... »

Les souplesses du néo-paternalisme s'observent, à travers la grande variété technique des types d'entreprise, dans la variété de leurs rapports sociaux internes qui offrent une large gamme de possibilités car ils intègrent des ouvriers d'origine rurale dont les formations et les qualifications peuvent être très disparates ; les nécessités intrinsèques aux « choix » d'un travail disparaissent devant les vertus de l'éventail de ces choix. L'euphorie se traduit par le slogan : « São Paulo ne peut s'arrêter... » ce qui signifie non seulement qu'il y a place pour tout le monde, mais que tout le monde peut s'attendre à une progression continue du niveau de vie, et s'il le désire quelque peu, à l'amélioration de son statut. La littérature sociologique consacrée à l'industrialisation souligne à juste titre les retards de la modernisation dans la gestion de la main d'œuvre, ou au contraire les retards de la conscience professionnelle et syndicale, en s'attachant à l'analyse du moment présent. Il semble que l'on puisse mieux comprendre cette diversité, si d'une part on replace l'histoire de l'industrialisation dans une période historique plus longue comme l'on vient d'en donner un aperçu, et d'autre part si on considère l'activité industrielle dans la totalité de l'activité économique dominée par le travail précaire ou informel ; la présence d'une main d'œuvre abondante et bon marché incite peu les entreprises à la modernisation ; inversement la fragilité du marché du travail est un frein au développement de l'activité professionnelle et syndicale. A travers les enquêtes qui ont été effectuées en cinq entreprises, très diversifiées du point de vue de leur niveau de technologie et de la gestion de leur personnel, on peut percevoir ces diversités en même temps que leurs limites dans l'ordre de la transformation des rapports sociaux.

Diverses formes de paternalisme

Il existe un type d'entreprise de niveau technologique élémentaire (fabrication d'emballages, de carreaux de céramique, de pièces métallurgiques simples, par exemple) capable d'accueillir directement les gens qui viennent tout droit de leur brousse natale. Les salaires y sont minimum et les rapports sociaux cordiaux, car l'entreprise ne se préoccupe pas de retenir des ouvriers dont elle sait qu'ils la quitteront sitôt qu'ils auront pris une certaine aisance dans la ville et le travail industriel, et les ouvriers savent également que s'ils veulent de meilleures conditions de travail et un meilleur parcours professionnel, il leur faut changer d'entreprise. Ces entreprises s'appuient également sur quelques ouvriers bricoleurs qui y ont plus de stabilité, qui sont un peu

mieux payés, et qui introduisent des innovations technologiques peu coûteuses. Mais il y a une coupure entre eux et le reste du personnel, qui est « de passage », et d'ailleurs eux-mêmes ne restent pas très longtemps dans ce type d'entreprise à cause du salaire. Là est la source des limitations sociales à l'innovation. Il peut s'agir de toutes petites entreprises « de fond de jardin » de 20 personnes comme d'entreprises moyennes de 3 à 400 personnes.

D'autres formes de paternalisme montrent des distorsions ou des malaises dans la gestion du personnel qui se solutionnent de manière bancal, peu aisément reproductible, et qui signalent quelque chose comme une fin de période ; mais l'on sait bien aussi que les avancées de l'histoire sont loin d'être linéaires et que ces solutions pourraient apparaître d'actualité dans des conjonctures globales différentes.

Ainsi d'une forme de gestion décentralisée où chaque superviseur garde sur son atelier une large responsabilité en ce qui concerne l'embauche, la promotion, le licenciement, l'évaluation du travail ouvrier. La hiérarchie de fait qui se crée alors entre les ouvriers de confiance et les autres conduit progressivement à des conflits qui se concluent, outre les licenciements habituels des contestataires, par des licenciements du personnel de confiance, voire de certains superviseurs, tellement ce mode de gestion est devenu insupportable à l'ensemble du collectif ouvrier. Mais le système continue à se reproduire de la même façon en mobilisant les énergies, reléguant à un second plan les problèmes, posés par les ouvriers eux-mêmes (les ouvriers qualifiés essentiellement), d'une meilleure coopération dans le travail, et sans chercher à provoquer l'intéressement d'une large fraction du collectif ouvrier (femmes et ouvriers non qualifiés).

Une autre forme de néo-paternalisme serait à observer dans les politiques systématiques de rotation de la main d'œuvre depuis les plus bas niveaux de qualification jusqu'à ceux où est exigé un personnel totalement sûr, à la fois techniquement et socialement. A ce niveau, la stabilité de l'emploi est pratiquement garantie, mais elle ne concerne qu'un faible pourcentage du collectif ouvrier. Et comme l'image de la rotativité ne doit pas pour l'entreprise prendre tout l'horizon sous peine de disqualification aux yeux ouvriers, elle développe alors une politique d'encadrement sécuritaire du personnel qui passe par trois sortes d'action pour toutes les catégories de personnel : l'action sociale et les avantages sociaux (contrats d'assistance sociale et médicale avantageux passés avec des hôpitaux pour son personnel et leurs dépendants), l'appui aux actions sportives et culturelles dans le cadre de l'entreprise, le démantèlement précoce, quasiment préventif, de toute tentative d'organisation syndicale ou collective assimilée.

Des entreprises de formation permanente

Les formes les plus modernisantes du paternalisme industriel sont incontestablement celles qui accordent le plus d'importance à la professionnalisation et à l'acquisition des connaissances. A ce moment-là d'ailleurs, le milieu industriel suit une logique socio-technique propre de développement où le schéma paternaliste n'est plus structurant.

L'acquisition des connaissances fait partie du schéma de formation permanente des grandes entreprises, plus particulièrement les multinationales, mais elle se destine naturellement en premier lieu aux cadres moyens ou supérieurs, et en second lieu aux ouvriers qualifiés. Mais la formation permanente n'est souvent mise en œuvre que pour satisfaire aux exigences de la loi sans être prolongée par un processus concret de professionnalisation qui consiste soit à affecter la personne ayant reçu une formation à un poste de travail correspondant, soit à établir ou approfondir l'échange entre les tâches d'exécution et celles de la programmation, parfois même avec celles de la conception. Ce qui suppose une organisation du travail extrêmement souple, et qui est peut être plus souvent le cas des petites unités que des grands ensembles. En tout état de cause, dans les industries les plus modernes technologiquement, existe, portée par

les ouvriers qualifiés et largement relayée par les non qualifiés, l'idée que l'entreprise doit être une école permanente, idée que les entreprises elles-mêmes ont contribué à créer au moment de leur installation. Ainsi se trouvent-elles en quelque sorte prises à leur propre piège de la modernité, car, à l'image de la formation permanente est associée celle de la progression salariale, de la démocratisation des rapports de travail et de l'amélioration du statut professionnel.

Les trajectoires professionnelles ouvrières

Les formes de cultures ouvrières

Le concept de culture ouvrière prend place dans l'espace de médiation entre la famille et l'Etat comme un mode de penser et de différencier ce qui doit être public de ce qui doit rester privé. Dans le subtil partage, ou le subtil mélange, du public et du privé, se définissent les matrices des cultures. C'est sur la construction de cet axe que s'ordonnent leur diversité par ailleurs saisie dans les formes temporelles causales de leur constitution, aux yeux de leurs acteurs. Cette variété des cultures, et les nuances dans ces variétés, permettent de mesurer comment les rapports de travail, en structurant d'une certaine manière les rapports sociaux, déterminent la constitution des différents types de syndicalismes, ou plus largement des diverses formes d'auto-représentation professionnelle.

Cultures de la lutte au travail, élargie à l'ensemble social, et pouvant devenir, mais pas nécessairement, lutte de classes ; cultures de l'honneur au travail, plus individualisées, mais dont la portée se veut également à l'échelle de la société entière ; culture du travail en tant que lieu premier de la nécessaire élaboration de rapports sociaux globaux contractualisés entre les diverses couches et classes sociales ; ou bien culture du travail comme morale personnelle et déontologie de rapports sociaux privés. Dans tous ces cas le travail industriel salarié, objet d'un fort investissement, est le lieu où se structure la vision sociale du monde.

Lorsque le travail n'apparaît pas de manière principale comme principe de structuration des rapports sociaux, il convient de remarquer la place qu'il tient en chacune des cultures. Les cultures de la révélation et du salut, plus individuel ou plus collectif selon les cas, ne lui laissent pas de place. Celles de la rédemption par la souffrance, toujours vivaces, prolongées et inversées plus récemment par celles de la libération annoncées par la théologie du même nom lui accordent au contraire une place importante et parfois déterminante. Celles du renforcement de soi pour une meilleure harmonie avec les autres, que l'on pourrait dire caractéristiques de l'*um-banda*, subordonnent le travail à la personne et lui laissent donc la place que la personne veut bien lui accorder. Enfin celles, plus traditionnelles et depuis longtemps identifiées comme typiques d'un mode de vie urbain dans les grandes villes au vingtième siècle, qui concerne ceux qui vivent de « *malandragem* » (d'expédients divers de nature plus ou moins légale) associé à des périodes de travail salarié plus régulier, seraient les cultures de l'instant, du moment, de la danse et de la convivialité, celles du « caractère national » brésilien. Identités plus assignées que revendiquées, mais tactiquement utilisables puisque positivement marquées socialement.

VALORISATION

L'espace de constitution des cultures ouvrières

Il existe un milieu ouvrier où se réduisent les différences d'origine géographique, sociale ou raciale, qui s'exprime parfois au niveau national. Les diversités de ses expressions au niveau national, les diversités régionales, les diversités des syndicalismes expriment toutes la constitu-

tion d'un espace civique intermédiaire entre la famille et l'Etat, « la maison » et la « rue », le domaine privé et le domaine public. C'est cet espace de constitution des cultures ouvrières que l'on aborde à partir des récits biographiques, en laissant de côté dans un premier temps les analyses déjà faites sur « les cultures populaires », « le mouvement ouvrier », « le syndicalisme et l'Etat ». Cette approche conduit à construire le concept de culture dans l'espace de médiation entre la famille et l'Etat ou la nation. La méthodologie ainsi élaborée est utilisable pour les études qui ne se centrent pas spécialement sur la notion de culture, mais qui visent à étudier l'insertion urbaine des migrants (récents ou anciens) dans les villes des pays en développement, à condition de garder en vue les points de repère suivants. L'étude du travail ou de l'emploi est prioritaire ; l'étude de la famille, des réseaux, des systèmes résidentiels, des pratiques culturelles, ne peut qu'être reliée à cet axe fondamental. Les processus de l'insertion sont eux-mêmes essentiels parce que, en mobilisant certaines parties du système social dans lequel ils se déroulent, et en les mobilisant d'une certaine manière, il ne font pas que s'adapter à une situation imposée mais ils la modifient par la forme même de leur déroulement. Le décalage entre le réel et le possible, entre le possible et le souhaité est à prendre en compte de manière centrale dans la définition du concept de stratégie.

Des séminaires ont été réalisés à São Paulo et le coordinateur brésilien du projet, le professeur L.F. KOVARICK, dans le cadre du projet, s'est rendu plusieurs fois en France et a participé avec l'ORSTOM à des séminaires traitant des relations entre la sociologie urbaine et la sociologie du travail. L'accueil en courte durée à l'ORSTOM de R. da SILVA, responsable du projet « Syndicalisme » au CEDEC a également permis un échange fructueux sur ce thème avec des chercheurs latino-américains et français. Enfin, la thèse de Mestrado d'une étudiante, Agnès CHAUVEL, a porté sur les entretiens réalisés dans le cadre du projet.

Il faut noter, pour terminer, que cette expérience de l'industrie brésilienne a pu être poursuivie après la fin du projet ORSTOM/CNPq grâce à deux études financées par le ministère français de la Recherche (actuellement MRE) et réalisées sous forme de missions, l'une sur les transferts de technologie, l'autre sur la transformation des rapports sociaux par l'entreprise, toutes deux en collaboration avec l'université de Campinas.

Un troisième projet va voir le jour, en collaboration avec le CEDEC et l'université de São Paulo, qui va porter sur l'évaluation sociologique de quelques cas de politiques urbaines innovatrices.

CONCLUSION

Des partenaires dynamiques et inspirés

En conclusion, on pourrait dire que si la réussite de l'industrialisation dépend, au niveau sociologique, de sa capacité à mobiliser ses propres acteurs dans un projet où chacun d'eux trouve une position ou un statut améliorés par rapport à une situation antérieure, il faut constater que les « déficits » de projet seraient plutôt du côté de l'acte d'entreprendre et des modalités de cet acte, dont la littérature a souvent remarqué qu'ils (l'acte et ses modalités) étaient très dépendants de l'Etat ; cependant que les cultures ouvrières se révèlent dans leur grande majorité aptes à relever le défi du travail et à l'intégrer dans des projets de société centrés autour de lui, ou bien à l'insérer dans des projets de société plus larges. Seuls les « laissés-pour-compte » du développement industriel développent des cultures où le travail n'a pas de place.

Le chercheur français tient à signaler que les institutions d'accueil brésiliennes, le CEDEC à

São Paulo, le CRH à Brasília, l'université de João Pessoa, et plus particulièrement le CEDEC en ce qui le concerne, ont été des partenaires tout à fait dynamiques et inspirés qui l'ont beaucoup aidé dans ce travail de longue haleine. **La durée de la recherche et les aspects concrets de la mise en œuvre du travail permettent une qualité de coopération intellectuelle qu'il vaudrait la peine de maintenir.**

PRINCIPALES PUBLICATIONS

- CABANES, R. 1986. Mercados de trabalho, trajetórias profissionais e segmentação da classe operária. In : L. BRUNO et C. SACCHARDO, « Organização, Trabalho e Tecnologia », Ed. Atlas, São Paulo, pp. 55-68.
- CABANES, R. ; CHAUVEL, M.A. 1986. Procès de travail, trajectoires professionnelles et segmentation de la classe ouvrière. *Cah. Travail et Travailleurs du Tiers Monde*, 1 : 1-43.
- CABANES, R. ; CHAUVEL, M.A. 1986. Procès de travail, marché du travail et gestion de la main-d'œuvre dans une industrie chimique de São Paulo. *Cah. Travail et Travailleurs du Tiers Monde*, 2 : 1-81.
- CABANES, R. 1987. Filières et stratégies socio-professionnelles. Etude de cas de douze ouvriers à São Paulo. *Cah. Sci. Hum. ORSTOM*, vol. XXIII, 2 : 163-181.
Les formes de segmentation d'un échantillon d'ouvriers de deux entreprises à São Paulo sont analysées au travers de récits de vie qui prennent en compte la durée dans les données du travail (filières techniques et sociales) et du hors-travail (stratégies familiales). L'agrégation de ces deux séries de données permet de répéter quelques logiques sociales qui peuvent rendre compte de la position des ouvriers vis-à-vis du syndicalisme.
- CABANES, R. 1989. Cultures ouvrières militantes et récits de vie, une approche méthodologique. *Cah. Pratiques sociales et Travail en milieu urbain*, 11 : 69-107.
- CABANES, R. 1990. Le concept de culture ouvrière à travers l'approche biographique. *Cah. Pratiques Sociales et Travail en Milieu Urbain*, 14 : 101-117.
L'analyse d'itinéraires socio-professionnelles de familles ouvrières de São Paulo vise à reconstituer des cheminements qui ont abouti à certaines formes de conscience sociale.
- CABANES, R. 1991. L'entreprise brésilienne, lieu privé, lieu public. *Journal des Anthropologues*, n° spécial 43-44 « Ethnologie de l'entreprise », pp. 119-129.
- CABANES, R. 1991. Pour une sociologie du rapport travail/hors-travail. Les temps sociaux de l'histoire individuelle et collective. *Cah. Pratiques sociales et Travail en milieu urbain*, 15 : 45-70.
La méthodologie de l'analyse biographique et son rapport spécifique à l'analyse en sciences sociales : le rapport privé-public, la rencontre des temps sociaux individuels et collectifs.
- CABANES, R. 1992. Ethique professionnelle et raison productrice. *Sociologie du Travail*, XXXIV (2) : 193-207.
Les modalités concrètes des transferts de technologie : du niveau de l'Etat à celui de la coopération concrète entre inférieurs. Etude d'une relation de longue durée entre maison-mère et filiale.

SOCIOLOGIE-ÉCONOMIE

PROJET CNPq/ORSTOM

COÛTS SOCIAUX ET ÉCONOMIQUES DES POLITIQUES ALIMENTAIRES. CHANGEMENTS DANS LES COMPORTEMENTS ÉCONOMIQUES ET FAMILIAUX DES FEMMES DE LA GRANDE SÃO PAULO

Localisation

Centre brésilien d'analyse et de planification (CEBRAP), São Paulo

Chercheurs ORSTOM

Jeanne BISILLIAT, économiste ; Jacques NOYEZ, ingénieur des Travaux Publics,
VSNA, à partir de juillet 1990

Partenaire responsable

Ruth CARDOSA, chercheuse CEBRAP

Durée du projet

de janvier 1987 à juin 1991

HISTORIQUE ET PROBLÉMATIQUES

La décision de réaliser un travail de terrain dans la ville de São Paulo, Brésil, repose, au départ, sur l'intérêt personnel et permanent de la chercheuse française, au long de toutes ses recherches, pour le changement social, et plus particulièrement sur les femmes et le changement social. Cet intérêt trouvant un écho favorable auprès du CEBRAP, le projet CNPq/ORSTOM est alors monté et accepté. Jeanne BISILLIAT rejoint São Paulo en janvier 1987 :

Un projet qui pourrait s'intituler : un mouvement populaire d'habitation dans une mégapole

L'anthropologie urbaine pose de réelles difficultés de terrain. Dans une ville, les faits se présentent « sous forme d'agréats aux limites floues, voire inexistantes et leur inscription spatiale tend à se dissoudre ». Dans ces conditions, comment trouver dans une mégapole de

plus de 15 millions d'habitants, une unité de l'espace d'observation qui caractérise l'enquête ethnologique? Un mouvement populaire a justement l'avantage de s'inscrire dans un espace physique délimité où se déroule un ensemble complexe de faits sociaux, culturels et politiques ce qui en fait un excellent « objet » ethnologique, une « tribu urbaine » si l'on peut s'exprimer ainsi. Ce choix présentait un double avantage : une population homogène (des migrants de première génération pour la plupart ayant un niveau de vie particulièrement bas) et, d'autre part, *les femmes y jouent - toute la littérature sur le sujet le souligne - un rôle fondamental*. C'est ainsi que Jeanne BISILLIAT décide, après avoir « rencontré » le Mouvement populaire d'habitation de Vila Remo, zone sud de São Paulo, de s'y fixer et d'y mener sa recherche. Les mouvements populaires à São Paulo, comme dans l'ensemble du Brésil sont anciens. Ils se sont formés autour de revendications précises : obtenir de l'eau, la lumière, des écoles maternelles et, depuis les années 80, obtenir un logement décent. C'est ainsi que sont nés des mouvements d'habitation actifs avec pour objectif de construire en « *multirão* » c'est-à-dire en système d'auto-construction mutuelle, des logements à des coûts réduits. L'un de ces mouvements, implanté dans un secteur où existe une des plus fortes croissances urbaines de la ville de São Paulo, s'est transformé en association, dénommée association « *Povo em Ação* » (Peuple en action).

Ce premier choix en a entraîné un autre : celui de faire une étude ethnologique du Mouvement et des relations de genre qui s'y développaient. Le moment était propice, puisque, à l'arrivée de la chercheuse française, le Mouvement s'organisait pour commencer la lutte en vue d'obtenir deux terrains où ils voulaient construire leurs maisons en « *multirão* ». D'autre part, à cette époque, les études brésiliennes sur les mouvements sociaux étaient en nette régression. Il était donc intéressant de travailler sur les mouvements d'habitation qui n'avaient pas encore bénéficié d'enquêtes systématiques.

ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Les points étudiés dans un premier temps furent les suivants :

- la composition socio-économique de la population
- l'organisation interne, la hiérarchisation, le fonctionnement économique etc. ;
- la lutte, les moyens mis en œuvre, les décisions prises « démocratiquement », les actions entreprises
- l'observation des relations entre les autorités municipales et étatiques avec le mouvement puisque c'est un moment de rencontres intensives ;
- les multiples interactions entre le déroulement de la lutte et les acteurs ;
- la prise de conscience, par les acteurs sociaux, de leurs droits de citoyen ;
- le pouvoir charismatique d'un leader populaire ;
- les rôles des femmes et leurs comportements ; leur adaptation à une situation nouvelle.

Mais une enquête de quatre ans, bien évidemment, exige une compréhension plus approfondie ce qui autorise à élargir le premier champ en affinant les hypothèses ou en les renouvelant, et en précisant les thèmes. Cela était d'autant plus évident que les participants de ce Mouvement, après deux ans de lutte, commençaient à construire leurs maisons avec l'aide d'une équipe d'ingénieurs et d'architectes. Les thèmes abordés furent alors les suivants :

- le devenir du sentiment de la citoyenneté, acquis pendant la lutte, à l'épreuve de la construction, c'est-à-dire le but enfin atteint : la maison ;

- les vicissitudes du Mouvement face à la nouvelle organisation et à la nouvelle structure d'autorité, mise en œuvre par l'équipe technique d'ingénieurs et d'architectes, nécessaire à la bonne marche des travaux ;
- l'éparpillement des pouvoirs, politique et technique, donnant lieu à des conflits, parfois très graves, et à des crises institutionnelles ;
- le comportement des femmes dans la construction mais aussi par rapport aux multiples problèmes du pouvoir.

Le sous-programme sur le travail des femmes à domicile n'a commencé que un an après le début du projet. L'objectif, au départ, était de tenter de mesurer l'apport financier des femmes au budget familial et de mieux connaître leurs conditions de travail et de vie. La plus grande difficulté - presque insurmontable - a été de trouver les femmes qui travaillent chez elles dans cette immense ville. Au travers d'une cinquantaine de femmes, il a pu être établie une typologie des différents petits métiers qu'elles exercent qui montre une assez grande diversité. Mais on ne peut établir, à partir de ce petit échantillon, aucune conclusion, sinon, qu'elles contribuent effectivement au budget familial. D'autre part, l'enquête a montré que la sous-traitance était fort développée, notamment dans les domaines du montage électronique, de la couture, de la chaussure, de la bijouterie fantaisie.

Surgit alors une autre difficulté : la femme interrogée ne sait pas pour quelle fabrique elle travaille puisque c'est une intermédiaire, femme également, qui lui apporte plus ou moins régulièrement le travail qu'elle doit effectuer. Il faudrait, en fait, avoir accès directement aux usines pour avoir une idée du nombre de femmes employées dans chacun de ces secteurs - données fondamentales pour pouvoir quantifier plus sérieusement l'apport des femmes à l'économie nationale. Cela n'est pas évident, puisque les informations de ce type doivent rester, pour des raisons évidentes, plus ou moins cachées.

Cependant, le questionnaire, conçu de manière extensive, fournit des données intéressantes sur :

- la migration, l'insertion urbaine, les conditions de travail des femmes avant et après le mariage, ou avant d'avoir des enfants et après ;
- les relations entre le travail, l'habitation et l'insertion urbaine ;
- quelques indications sur les réseaux d'entraide, familiaux et autres, les liens, le plus souvent très ténus, avec la famille d'origine, l'effet de génération du point de vue démographique.

MÉTHODOLOGIE

Tous les moyens habituels de l'enquête ethnologique ont été utilisés :

- observation directe du Mouvement dans toutes ses activités et dans tous les lieux où elles s'exercent ;
- enregistrement d'un grand nombre de réunions soit internes au Mouvement soit entre le Mouvement et les autorités administratives ainsi que des discours du leader populaire ;
- recueil de biographies auprès de certaines femmes du Mouvement qui y jouaient un rôle actif ;
- filmage et photos.

L'usage d'un questionnaire extensif a été utilisé pour l'enquête sur le secteur informel. Ce dictionnaire ressemble, sous une forme moins systématisée, aux cinq fiches utilisées à Quito

pour le recueil et l'analyse de biographies migratoires et professionnelles. La différence réside dans le fait qu'il fut transmis exclusivement aux femmes travaillant dans le secteur informel qui nous fournissaient les données sur leur mari ou compagnon.

Le recueil de trajets de vie auprès des femmes, et quelques hommes, ayant une participation plus active dans le Mouvement a consisté à poser une question ouverte : racontez-nous votre vie, depuis le début jusqu'à maintenant. Pour cela avait été élaboré un guide d'interview qui permettait d'aborder certains sujets, pour compenser les pertes de mémoire éventuelles. L'objectif principal de ces biographies était double :

- tenter de découvrir, à travers le trajet de la vie de chacune, s'il existe un lien entre la vie et la participation active dans le Mouvement, les raisons de cet engagement ainsi que le moment de son émergence ;
- d'autre part, et lié à l'observation quotidienne du Mouvement, il y avait le souhait de découvrir une corrélation entre le discours sur le Mouvement (ce qu'on « narre ») et son comportement.

La « participation » de la chercheuse française (ce mot est utilisé en dépit des connotations négatives qui s'y attachent parce qu'il traduit un aspect important de son travail) à la vie du Mouvement a été régulière, en prenant diverses formes selon les moments. Comment, d'ailleurs, ne pas participer, dans la mesure de ses moyens et ses forces, à cet effort collectif d'une population pauvre et exploitée pour obtenir un peu plus de justice ? Cette participation fut donc quotidienne mais elle s'est élargie dans la troisième année et a abouti à la mise en œuvre d'un projet de coopération décentralisée avec la ville de Rennes, soumis en premier lieu et accepté par le Programme solidarité habitat. Il consiste à construire, pour l'habitat populaire, 24 maisons selon une conception architecturale originale qui permet une densification de l'espace occupé, conception qui doit être reprise dans les futurs projets d'habitations populaires du Secrétariat municipal d'habitation. Il se termine actuellement mais fut retenu, lors du séminaire franco-brésilien de septembre 90 sur l'habitat, comme un exemple de ce type de coopération.

Des solutions techniques pour un projet populaire

Objectifs

C'est dans ce contexte que se place le programme de travail d'un jeune ingénieur français, J. NOYEZ, dans le projet. L'objectif général était de proposer et comparer différents choix urbanistiques, architecturaux et constructifs pour la réalisation de logement sociaux en « *multirão* ». On rappelle que le « *multirão* » est un système d'auto construction par entraide mutuelle de logement à des coûts très faibles, en raison d'apport de main-d'œuvre gratuite et à destination de couches de populations très défavorisées.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- rationaliser l'occupation du sol urbain par des solutions habituelles permettant une densité d'occupation plus forte pour une population à bas revenu ;
- réduire les temps d'exécution des travaux en comparaison aux résultats actuellement obtenus dans les projets de « *multirão* » ;
- développer des techniques et des processus constructifs adaptés à la production de logements en « *multirão* » avec la participation de la population intéressée.

Ce programme d'expérimentation s'inscrit dans le cadre du Programme Solidarité Habitat (P.S.H.) placé sous la direction de Serge ALLOU. Dans ce cadre il a été fait appel à la ville de Rennes, pour laquelle ce projet constitue l'amorce d'une coopération plus large avec la ville de São Paulo.

Les partenaires impliqués

Les acteurs brésiliens du programme sont :

- « Povo em Ação » (Peuple en action), qui est une émanation du mouvement populaire de Vila Remo, l'un des mouvements les plus représentatifs et les mieux organisés de São Paulo. Cette association d'habitants a été constituée pour réaliser le programme de constructions d'habitations populaires et d'équipements. Elle regroupe les membres du « multirão » ;
- J.B.A Engenharia e Consultoria qui est une entreprise d'architecture où le jeune ingénieur français travaille avec A.L. DANTAS ALVAREZ architecte ;
- la SEHAB (Direction de l'habitation de la préfecture de São Paulo) qui définit la participation du gouvernement municipal au projet PSH-Rennes et qui peut extrapoler les résultats obtenus à une échelle bien plus importante.

PARTENARIAT ET FORMATION

Ce sont deux aspects prépondérants de ce projet de coopération. Afin de faire du mouvement populaire d'habitation, une association autonome capable de réitérer des expériences similaires au projet en cours, il est essentiel de travailler en partenariat avec les équipes associées pour transmettre une formation quant à l'organisation générale du travail et techniques de construction.

Ainsi l'équipe technique franco-brésilienne assiste le Mouvement populaire dans l'organisation et la réalisation de toutes les tâches permettant la construction et assure le transfert des connaissances à des membres de l'association. Il est clair que cet apprentissage pose de réelles difficultés mais le désir de transmettre un « savoir-faire » directement applicable a été l'une des préoccupations importantes du projet, que les premiers résultats, prometteurs, ont aussitôt renforcé.

C'est peut-être aussi dans cette optique de coopération qu'il faut considérer le travail des films qui, s'ils nous apportent des témoignages précieux, ont aussi voulu « restituer » aux acteurs du Mouvement leur propre histoire dont ils ont tant besoin pour se forger une identité dans cette société qui les ignore. Cela a été le cas pour le film « uma casa » (une maison).

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Ce projet était fondé sur une hypothèse large : les changements sociaux, dont ceux des relations de genre, sont plus rapides et mieux discernables dans les sociétés urbaines. De ce point de vue, le choix de conduire une enquête d'ethnologie urbaine sur un Mouvement populaire s'est révélé particulièrement riche car cela a permis, très vite, d'affiner et d'élargir l'hypothèse de départ sur le rôle de la migration et de l'engagement dans un mouvement social au sein d'une population pauvre et démunie, et des changements qui s'y produisent. De plus, le Mouvement ayant une population homogène, l'abordage des autres problèmes dans une conception globalisante a pu être effectué. Les changements familiaux, les effets de la mobilité

spatiale sur la mobilité sociale, les relations de pouvoir entre population et Etat, l'apprentissage à la citoyenneté, les relations de genre dans le Mouvement, dans la famille, dans le travail. Bien des points restent à être approfondis, car, dans ce genre de recherche, les résultats les plus significatifs ne sont pas immédiats.

PROSPECTIVES

Jeanne BISILLIAT dispose donc d'une masse de données diverses mais dont la cohérence est assurée par les hypothèses de départ et l'homogénéité de la population observée. Il lui faut maintenant les traiter, ce qui sera fait dans les années qui viennent par des missions annuelles à São Paulo afin d'approfondir, quand cela sera nécessaire, certains points incertains. Les thèmes prévus sont les suivants :

- circonscrire les différences qui distinguent la population ouvrière de la population des mouvements qui, contrairement à la première, n'ont ni identité de classe ni possibilité de poursuivre un trajet individuel mais qui s'en approche provisoirement, dans le temps de lutte du Mouvement ;
- migration/travail/insertion urbaine : travailler davantage à l'idée des réseaux de soutien, soit ethnique (venant de la même région ou de la même micro-région) - soit familial. L'accès à la propriété reste la pierre d'angle de cette insertion ;
- migration et relations avec la famille d'origine : il apparaît déjà que ces relations sont beaucoup moins fortes que celles qui prévalent par exemple en Afrique. Il est fréquent que les femmes aient beaucoup de mal à parler de la situation de leurs collatéraux restés dans leur région d'origine et même, parfois, de ceux qui sont à São Paulo. Le lien le plus fort est surtout un lien affectif très profond avec les parents mais sans autre type de solidarité, par manque de ressources probablement ;
- migration/pauvreté et nouveaux types de regroupement familial. Non seulement le nombre d'enfants diminue mais, plus important peut-être, l'augmentation de femmes seules montre un changement radical dans les relations de genre et dans les valeurs culturelles. Ce changement objectif s'accompagne-t-il d'un véritable changement dans les représentations que les femmes peuvent avoir des relations de genre ? Là encore, il est nécessaire de mieux connaître la distance entre le discours et le comportement et de mieux distinguer quels sont les éléments porteurs d'un changement plus intériorisé. Cette démarche recoupe des problèmes liés à l'identité nouvelle de la femme et à l'autonomie de la personne ;
- migration/mobilité sociale : il convient de comprendre comment l'accès à la maison, à travers le Mouvement, (c'est-à-dire dans des conditions financières exceptionnelles) peut déboucher sur une plus grande mobilité sociale ;
- la représentativité du Mouvement populaire face à l'immense problème d'absence de logement à São Paulo (environ 1 million), sa force d'incitation politique ;
- le développement de la dynamique sociale, de l'autonomie de l'individu que l'on perçoit pendant la période de lutte du Mouvement se renforce-t-elle ou bien, comme les premières observations semblent le montrer, se dissolvent-elles dans l'individualisme de la propriété, rêve enfin réalisé ? Il faudrait tenter d'estimer les acquis obtenus dans le travail au sein du Mouvement et leur permanence. Il faudrait également réfléchir sur la création d'un Mouvement populaire, ses activités et celles de ses membres dans la perspective de l'anomie,

au sens durkheimien du terme, dans la stratification qui se fait jour : anomie entre la société et un grand nombre de ses acteurs tout autant qu' anomie à l'intérieur du Mouvement ;

- ce qui précède mène directement à la notion de citoyenneté. Le travail dans le Mouvement a tenté de leur inculquer les bases de cette notion, mais, sont-elles acquises seulement au niveau de l'expression (ce qui semble pendant la lutte qui, ne l'oublions pas, dure environ deux ans) ou se dissoudra-t-elle peu à peu avec l'obtention de la maison? Y aura-t-il une différence entre les hommes et les femmes? Si oui, quelles en seront les raisons? ;
- le pouvoir, les pouvoirs. Tout d'abord mieux cerner ce qu'est le pouvoir charismatique d'un leader **populaire**? Quelles en sont les bases, dont les réseaux d'influence politiques et religieux, les zones de faiblesse, les fractures? Comment, et à partir de quoi se développent les contestations, allant jusqu'à des crises graves entre les membres et le chef? Comment ces oppositions peuvent-elles renforcer l'autonomie des premiers ainsi que leur démarche vers la citoyenneté?

L'analyse des biographies et des questionnaires doit permettre de renforcer nos connaissances sur les relations de genre et leur évolution, apportant ainsi aux théories féministes, un apport venant des sociétés du Tiers Monde et débouchant sur une réflexion heuristique nécessaire à la réflexion globale qui nourrit les sciences sociales.

En ce qui concerne les thèmes directement liés à l'étude du Mouvement populaire, ils devraient permettre d'apporter des éléments à la réévaluation actuelle des contributions théoriques des années 70 qui ont laissé bien des points dans l'ombre. Par exemple, les modèles de solidarité ne rendent pas compte du passage des conditions sociales à l'action collective ; la question, venant du marxisme, sur la façon dont on passe de la condition de classe à la conscience de classe ne peut être résolue si l'on n'étudie pas comment se forme un acteur collectif et comment il le reste?

Jeanne BISILLIAT préfère l'orientation de Alberto MELUCCI qui se refuse à étudier les Mouvements à la lumière des apparences et de la rhétorique mais comme des systèmes d'action et comme un système des relations internes et externes qui constituent l'action. Si l'on valorise, comme il le souhaite, ce que les Mouvements disent d'eux-mêmes, on peut voir que les participants d'une action collective ne sont pas motivés seulement par une « orientation économique » mais par **la recherche d'une solidarité et d'une identité** (capacité des acteurs de partager une identité collective) ce qui permet également de répondre, peut-être, à **l'hypothèse récemment émise sur la nécessité et la stabilité de la fonction de protestation des mouvements** qui ne sont, alors, plus vus comme la manifestation d'une pathologie sociale.

PRINCIPALES PUBLICATIONS ET RÉALISATIONS

Publications

BISILLIAT, J. 1989. Un mouvement populaire à São Paulo et son équipe technique architecturale : rôles et interrelations". In : « Pratiques sociales et travail en milieu urbain ». Cah. ORSTOM n° 10, 25 p.

L'article relate d'une part la lutte de plus de deux ans menée par le Mouvement Populaire d'habitation de Vila Remo, zone sud de São Paulo afin d'obtenir des autorités une terre et le droit d'y construire en groupes organisés d'aide mutuelle (« mutirão »). D'autre part, il explique la nécessité

pour le Mouvement d'être aidé par une équipe d'architectes : dialogue technique avec les autorités, élaboration des plans d'occupation et du modèle de la maison, organisation du travail avec tous les problèmes posés par la concurrence entre le pouvoir politique du Mouvement et l'autorité technique.

- BISILLIAT, J. 1989. Qu'est-ce qu'un mouvement populaire d'habitation? un exemple, celui de Vila Remo, zone sud de São Paulo au Brésil. *ORSTOM Actualités* n° 26. « Multirão, Utopia, e Necessidade ». (Mouvement populaire d'habitation, utopie et nécessité). ORSTOM/Secretaria Municipal da Cultura de São Paulo, 1990, 137 p.

Ouvrage publié en 2000 ex. au Brésil en 1990 et dont la version française doit paraître aux éditions Karthala, à Paris. C'est avant tout un témoignage des différents auteurs du Mouvement en « multirão » 1 de Maio, zone sud de São Paulo, qui, le 8 avril 1990, en 14 mois, acheva la construction de 194 maisons populaires.

- BISILLIAT, J. 1991. La culture et ceux qui n'en ont pas. Colloque international "Grandes Métropoles d'Afrique et d'Amérique latine", université de Toulouse, novembre 1991. Actes sous presse.

- BISILLIAT, J. 1992. Comment être pauvre et citoyen". In : *Recompositions sociales en Amérique Latine*, 1^{re} partie. Cah. ORSTOM Sc. Hum, vol. XXVIII, n° 3, pp. 481-496.

L'article analyse le rôle fondamental de l'Eglise de la Libération dans la naissance des mouvements populaires et dans l'organisation des populations pauvres de São Paulo. Il souligne également les obstacles et les impossibilités qui empêchent ces mouvements de devenir une véritable force de changement social.

- BISILLIAT, J. 1992. Relations de genre et développement. Femmes et sociétés. Collectif sous la direction de Jeanne BISILLIAT. Florence PINTON et Mireille LACARME éd. scientifiques. ORSTOM Editions, 326 p.

Réalisations

Opération de valorisation

Projet de coopération décentralisée entre la ville de Rennes et l'Association du Mouvement de Vila Remo intitulé « Rennes-Povo em Ação » (Rennes-Peuple en action)

Ce projet était de construire 25 logements en y introduisant des innovations architectoniques et technologiques, comme celle de construire en hauteur, idée jusqu'alors refusée par les Mouvements. L'enjeu du projet était qu'il fut reproductible à grande échelle par le Département municipal de l'habitation, ce qui fut fait puisque 200 unités sont construites à ce jour. Projet financé par la Caisse des dépôts et consignations, le ministère français des Affaires étrangères et la municipalité de Rennes.

Exposition

- « O Povo constrói São Paulo » (Le peuple construit São Paulo) co-financée par le Département Municipal de la Culture de São Paulo, l'ORSTOM et la ville de Rennes. 31 août-15 septembre 1990.

L'exposition est un reportage photographique sur la construction des 200 maisons réalisée par le Mouvement de Vila Remo. La maquette du projet de coopération décentralisée Rennes-Vila Remo, des photos sur le début de la construction et de nouveaux matériaux sont montrés.

Films

- « Uma casa » (Une maison). Film vidéo en portugais et en français sur la lutte du mouvement Populaire d'habitation de Vila Remo (versions de 90 et 55 mn). Production ORSTOM, 1989.
« Multirão : o sonho de morar » (Multirão : le rêve de se loger). Film vidéo de 25 mn sur la construction en commun faite par un Mouvement populaire, 1992.

SOCIOLOGIE-ÉCONOMIE

PROJET ORSTOM/CNPq

TRAVAIL, TRAVAILLEURS ET REPRODUCTION SOCIALE DANS LA CONSTRUCTION CIVILE À JOÃO PESSOA (PARAÍBA) : HISTOIRE ET TENDANCES ACTUELLES

Localisation

Département des sciences sociales de l'université fédérale de la Paraíba (UFPb), João
Pessoa, Paraíba

Chercheur ORSTOM

Alain MORICE, chercheur CNRS sur poste d'accueil ORSTOM

Partenaire brésilien

Christian AZAIS, professeur à l'UFPb

Durée du projet

avril 1987-février 1989

HISTORIQUE

Pourquoi João Pessoa, petite capitale de la Paraíba?

Le projet correspondait à la volonté du Département SUD (Urbanisation et socio-systèmes urbains) de l'ORSTOM d'installer au Brésil une équipe de chercheurs spécialisés dans les études sur le travail. Il a ainsi été défini en harmonie avec les projets de R. CABANES à São Paulo et de M. AGIER à Salvador (cf. les dossiers de ces projets).

Sa mise en place a été retardée de dix mois, soit de juin 1986 à avril 1987, date à laquelle le CNPq a envoyé à l'ORSTOM l'autorisation nécessaire pour faire des recherches.

Le choix s'est porté sur une petite capitale, João Pessoa (Paraíba). Des contacts préalables avaient été pris avec diverses institutions à Salvador, lors d'un colloque en 1985, puis à Recife en 1986. L'université fédérale de la Paraíba, et plus particulièrement le Mestrado en sciences sociales de João Pessoa ayant manifesté leur intérêt, c'est dans cette université que A. MORICE est accueilli comme « professeur visitant », sous la coordination de C. AZAIS, professeur au Mestrado. Ce dernier l'insère rapidement dans les équipes régionales existantes, dont le groupe de l'ANPOCS « Relations de travail, relations de pouvoir ».

L'ensemble des enquêtes ont été menées avec la collaboration d'un étudiant (puis diplômé) en maîtrise, Fernando Luis DA SILVA.

Mis à la disposition de l'ORSTOM par le CNRS, A. MORICE a effectué deux séjours de quinze mois, d'avril 1987 à juillet 1988 et d'octobre 1988 à février 1989.

ACTIVITÉS PRINCIPALES

Le choix et le poids des activités du bâtiment

Une première version du projet soumis au CNPq portait sur les petites activités urbaines. Mais il a semblé, en accord avec la problématique de l'Unité de recherches ORSTOM, qu'il était plus intéressant d'étudier une branche d'activité. C'est finalement le bâtiment qui a été retenu, en raison de son poids déterminant dans l'économie d'une ville peu industrialisée et soumise à une forte croissance démographique.

L'intitulé définitif de la recherche « **Travail, travailleurs et reproduction sociale dans le bâtiment à João Pessoa, histoire et tendances actuelles** » résume les objectifs. Il s'agissait de mener une étude, à caractère anthropologique et historique, sur l'évolution des rapports sociaux, économiques et politiques qui prévalent dans la branche. Le but était de proposer un modèle théorique d'interprétation globale de l'ensemble de ces rapports.

De façon initialement accessoire, mais de plus en plus importante au fur et à mesure de l'enquête, la recherche devait porter sur les politiques et stratégies foncières, la question du logement et les relations entre le patronat et les agents publics.

Enfin, une participation active aux enseignements du mestrado devait appuyer la démarche, suivant deux directions : exposé des résultats en continu et cours de méthodologie aux étudiants engagés eux-mêmes dans des recherches de terrain.

RÉSULTATS ET VALORISATION

Le dépouillement systématique des résultats n'est pas encore achevé : il doit donner lieu à un ouvrage en portugais en 1992.

La valorisation des travaux au Brésil, outre les publications, s'est effectuée à l'occasion de visites et d'interventions (sous forme de cours ou de communications) dans les institutions de diverses villes universitaires : SUDENE, Fundacentro et UFPe (Recife), CEDEC, CEBRAP, FAU et IRT (Sao Paulo), UNB (Brasilia), CRH (Salvador), UFPB (Campina Grande). Il faut y ajouter les activités de valorisation à João Pessoa même : séminaires organisés par la Fundacentro et le SENAI, animation d'un groupe de travail sur le BTP notamment.

De retour en France, la valorisation a essentiellement pris la forme d'interventions dans des séminaires, réunions et enseignements réguliers : CERTES, CNAM, IEDES, UFR d'économie d'Amiens, GRETD, EHESS, ENS et ORSTOM. Sur la base d'une documentation de plusieurs centaines de clichés, une collection représentative de diapositives a été constituée.

PARTENARIAT ET FORMATION

Créer une dynamique de réflexion collective

Les enseignements dispensés au mestrado de sciences sociales de l'UFPb ont correspondu respectivement à 30 heures en 1988 et 36 heures en 1989-1990 :

- Le premier cours s'intitulait : « **Pratique de la socio-anthropologie urbaine : travail, travailleurs et constitution de réseaux sociaux** » ;
- le deuxième cours : « **Théorie et pratique de la socio-anthropologie urbaine** » s'adressait à un nombre restreint d'étudiants (10 à 15) engagés dans la phase de terrain, et venant parfois d'autres mestrados (psychologie, service social, éducation). L'objectif était de créer une dynamique de réflexion méthodologique collective et les responsables du mestrado y compris le chercheur français ont jugé l'expérience très positive. Etant donné les délais de l'affectation d'Alain MORICE, trop courts pour assumer une direction intégrale des travaux des étudiants, celle-ci est toujours restée informelle. Le chercheur français a également fait partie de divers jurys de mestrado.

RÔLE JOUÉ DANS LA COOPÉRATION

Difficultés et satisfaction mutuelles

Source de beaucoup de satisfactions mutuelles à mesure que les recherches se développent, la coopération franco-brésilienne n'en est pas moins, selon A. MORICE, au début, marquée par un certain moment de désarroi pour un chercheur non convenablement prévenu à son départ de France. Il mentionne notamment le poids des démarches, qui retardent parfois la mise en place d'une coopération scientifique à la base. Il relève également les difficultés rencontrées pour publier ou communiquer ses résultats, soit que les opportunités soient objectivement rares, soit qu'on ait pas une bonne connaissance des circuits de valorisation et de leurs contraintes. Il y a enfin les problèmes liés à la situation économique et monétaire du Brésil, qui peuvent avoir des implications déroutantes dans la continuité des engagements pris par nos partenaires, dont les préoccupations quotidiennes compromettent souvent les activités à long terme.

Ces limites ont heureusement leur contrepartie positive. Contrairement à ce qui peut encore se passer dans des pays du Tiers Monde, **A. MORICE a eu l'impression de travailler au Brésil, sur un pied d'égalité avec ses partenaires.** Quoique très francophiles dans l'ensemble, **les universitaires brésiliens ne s'en laissent pas montrer** car ils ont connu un développement indépendamment de nous. C'est la base la plus saine pour une bonne coopération, et c'est sur celle-là que l'on doit s'appuyer. Les milieux académiques, comme les mouvements populaires auxquels ils se réfèrent (du moins en sciences sociales), sont extrêmement ouverts à toutes théories, pratiques de terrain et méthodes, pourvu que leurs interlocuteurs soient libres de tout souci de les imposer. Pour sa part, le chercheur français retient sur ce point, le rôle actif qu'ont pu jouer les réseaux informels de coopération et d'échange, hors des contraintes institutionnelles. Cela s'est fréquemment confirmé à l'occasion des voyages effectués en France par des personnes rencontrées au Brésil.

PUBLICATIONS

Divers textes ont été proposés, la liste donnée ci-dessous n'est pas exhaustive :

- MORICE, A. 1988. Les travailleurs du BTP à João Pessoa : premières réflexions . « Pratiques sociales et travail en milieu urbain ». *Les Cahiers*, Département SUD, ORSTOM (7) : 1-31 et 34-38 (n° spécial « Brésil »).
- João Pessoa est la capitale d'un des Etats les plus démunis du Nordeste brésilien, la Paraíba, où les effets conjugués de la sécheresse et du régime foncier entraînent une émigration rurale accélérée. L'économie de la ville se présente avant tout comme une économie subventionnée. Cette proposition va à l'encontre d'une thèse courante selon laquelle, dans le développement inégal des régions du Brésil, la dépendance des capitales nordestines à l'égard du Sud industriel se traduirait par une accumulation à leurs dépens.*
- MORICE, A. 1988. Os trabalhadores da construção civil em João Pessoa : primeiras reflexões. Rapport UFBb/MCS, João Pessoa 47 p. (adaptation du précédent).
- MORICE, A. 1989. Reestruturação política do mercado habitacional e rotatividade da mão-de-obra na construção civil em João Pessoa. *Política e trabalho* (UFPb/MCS), (7) : 33-48.
- MORICE, A. 1989. Evolution du marché immobilier et propension à la rotation de la main-d'œuvre : exemple de la construction à João Pessoa, Paraíba, Brésil. « Pratiques sociales et travail en milieu urbain ». *Les Cahiers*, Département SUD, ORSTOM, (10) : 37-60 (n° spécial : « Les travailleurs du bâtiment »).
- Les études qui se penchent sur la condition des ouvriers du bâtiment au Brésil s'accordent à mettre en avant plusieurs traits communs : ce sont des migrants chassés de leur terre, le plus souvent analphabètes ; il sont peu qualifiés ; ils sont soumis à un régime d'embauche et de salaire tel que la loi du travail est rarement respectée, leur productivité est faible ; enfin, ils sont en proie à une très grande instabilité de l'emploi. L'auteur essaie de montrer, en prenant le seul exemple de l'instabilité du travailleur, que les particularités de ce dernier et celles du bâtiment qui l'emploie interagissent en un système unique où l'établissement de causalités univoques ne peut s'obtenir qu'au prix d'une simplification excessive de l'analyse.*
- MORICE, A. 1990. Rotatividade e instabilidade na construção civil. João Pessoa, Syndicat des travailleurs du bâtiment, ronéo. 5p.
- MORICE, A. 1990. Les travailleurs du bâtiment à João Pessoa (Brésil). In : collectif (sous la dir. de B. Lautier) : « Informalité, formation et emploi : une comparaison entre la Colombie et le Nordeste brésilien », Paris-Amiens, GREITD/CREPPRA-MEN/MRT, pp. 563-631.
- MORICE, A. 1992. (sous presse). Les « peões » du bâtiment au Brésil. Quand le capital se fait rebelle au salariat. *Genèses*, n° 7, 46 p.

SOCIOLOGIE-ÉCONOMIE

PROJET CNPq/ORSTOM

PROJET PAYSAN ET BÓIAS-FRIAS : VIE QUOTIDIENNE ET CAPACITÉ DE NÉGOCIATION DANS UNE EXPÉRIENCE DE RÉFORME AGRAIRE

Localisation

Centre d'étude de la culture contemporaine (CEDEC), São Paulo, puis Université de Campinas (UNICAMP), Campinas, État de São Paulo

Chercheur ORSTOM

Gérard ROY, économiste anthropologue

Partenaire responsable

Pr Maria Conceição D'INCÃO, sociologue de l'UNICAMP

Durée du projet

en cours depuis 1988

HISTORIQUE

L'idée de la formulation d'un projet de travail entre l'équipe «acteurs sociaux dans le développement», de l'Unité de Recherche « Politiques, Savoirs, Innovations » du département SUD (Sociétés, Urbanisation, Développement), d'une part, et le CEDEC - Centre d'étude de la culture contemporaine, d'autre part, à l'intérieur du cadre général de coopération CNPq-ORSTOM, a germé à partir des rencontres entre chercheurs des deux pays, en France et au Brésil. Ces rencontres étaient suscitées par une Action scientifique programmée entre l'**ORSTOM** et le **CNRS**, dont l'un de points d'application était le Brésil. Il s'agissait d'un projet de recherche commun sur une politique publique de l'État de São Paulo, dans le gouvernement de la transition démocratique : « Le Programme de création d'emplois pour le bóia-fria au moment de l'intersaison ». Du côté brésilien, le programme était suivi par le CEPAM (Centre de recherche sur l'administration municipale), et l'orientation scientifique de la recherche en était confiée au Pr. Maria Conceição D'INCÃO, professeur de Sociologie Rurale de l'Université de Campinas, alors consultante au CEPAM. Le Pr D'INCÃO est la spécialiste reconnue de cette population « bóias-frias », qui sont les travailleurs « volants », sans terre, de différentes cultures agro-industrielles à main-d'œuvre saisonnière abondante, dont la principale est la culture de la canne à sucre. Ses livres : « O bóia-fria : acumulação e miséria » et « Qual é a questão do bóia-fria » sont des classiques de la littérature sociologique brésilienne.

Le programme, surgi en 1984, était une réponse du pouvoir de l'Etat, d'un côté, à un mouvement quasi insurrectionnel de la vaste catégorie des coupeurs de canne à sucre de l'Etat de São Paulo [D'INCÃO, M.C. : « Le travailleur bóia-fria. Histoire d'une errance, conditions de travail et mobilisations récentes dans l'Etat de São Paulo - Brésil ». Cahiers des Sciences humaines, Vol XXIII - n° 1, ORSTOM, Paris 1987], et, de l'autre, à la demande de quelques maires préoccupés par le risque de manifestations violentes - les pillages notamment, au moment de l'intersaison de la coupe de la canne à sucre. Il proposait l'attribution temporaire de terres publiques ou privées non mises en valeur, aux travailleurs, pour la production d'aliments dont la culture coïncidait avec la période de morte-saison de la canne. La gestion des expériences était faite par les travailleurs, les municipalités et l'Etat. De ce point de vue, le programme s'insérait dans la politique de décentralisation en cours de l'Etat de São Paulo.

L'idée de fournir du travail sous la forme d'une occupation productive sur des terres non mises en valeur était proposée par les représentants de la FETAESP - Fédération des travailleurs de l'agriculture de l'Etat de São Paulo. Elle avait comme toile de fond la relance des mouvements sociaux de lutte pour la terre et du débat politique de réforme agraire, dans le scénario plus général de la transition démocratique. Au niveau fédéral, on attendait, en 1985, l'implantation d'un « Plan national de réforme agraire », prévu dans la plate-forme politique du Front des partis qui venait d'élire le premier gouvernement civil, après les années de dictature militaire. Et, au niveau de l'Etat, en réponse au mouvement organisé de lutte pour la terre, on anticipait sur ce que devrait être une politique nationale de réforme agraire, en lançant une « Politique d'« assentamentos » de travailleurs ruraux sans terre, sur des terres publiques de l'Etat. Dans cette conjoncture politique, « le programme de création d'emplois pour le bóia-fria au moment de l'intersaison », apparaissait comme partie du mouvement plus général de retour à la terre de fractions significatives de salariés temporaires de l'agriculture, les « bóias frias ».

La possibilité du retour à la terre, en tant que petits producteurs agricoles de travailleurs habitués au salariat rural, était au cœur de la problématique de la recherche autour de laquelle s'était organisé le projet franco-brésilien, réunissant l'ORSTOM et le CNRS d'un côté et le CEPAM et le CNPQ de l'autre. En lignes générales, cette recherche prévoyait le suivi de trois expériences du programme, avec l'objectif d'évaluer le comportement des travailleurs dans la situation nouvelle où ils se trouvaient placés. Principalement la relation qu'ils établissaient avec la terre, en tant que producteurs ruraux, et avec l'Etat, en tant que bénéficiaires du programme.

Pour des raisons liées à la prédominance du caractère conservateur de la transition démocratique brésilienne, ce programme de création d'emplois a tourné court rapidement. Toutefois, sa coexistence avec une « Politique d'assentamentos », a permis que quelques-unes des expériences se transforment en « assentamentos » d'une réforme agraire espérée. Ce fut à propos de l'étude de l'un de ces « assentamentos », celui de la Fazenda Monte Alegre, à Araraquara, que se fit la rencontre entre le professeur de l'UNICAMP et le chercheur de l'ORSTOM. Sur le terrain, l'échange d'observations fut immédiat. Stimulé par le croisement de trajectoires de recherche convergentes, il va donner naissance au projet de recherche conjointe.

Les trajectoires de recherche

Quelle était la trajectoire du Pr D'INCÃO? Ses travaux de recherche, à l'université, l'avaient conduite dans les années 70, à une analyse importante du processus d'apparition historique du phénomène « bóia fria » en tant que phénomène de masse, comme résultat du développement des rapports capitalistes à la campagne. Ce travail fondait théoriquement l'apparition d'une catégorie importante de travailleurs sur le marché. Continuant ses recherches dans la première moitié des années 80, le professeur s'était consacré à l'analyse des conditions objectives de participation et d'organisation politique des travailleurs. Elle avait observé que le caractère

temporaire du travail constituait un obstacle sérieux à la progression de leur organisation, parce qu'il les conduisait à un étrange processus d'identification avec une condition d'exclus ou de marginaux sociaux. A la limite, ce caractère du travail alimentait chez une partie significative d'entre eux, la nostalgie d'un bon temps, vécu dans le passé, de petits producteurs familiaux. Cette nostalgie se revivifiait dans le projet de retour à la terre, au moment où, avec la transition démocratique, la réforme agraire leur apparaissait comme une possibilité.

Accompagnant ce processus, le professeur s'engagea dans l'étude des « assentamentos » de travailleurs ruraux sans terre. Il l'intéressait d'analyser les possibilités que ces « assentamentos » offraient pour la création de ces travailleurs en petits producteurs ruraux, cette fois intégrés au système social dominant. Mais elle se confrontait à un obstacle : le climat idéologique du moment, entre les agents institutionnels qui coordonnaient l'implantation des projets d'« assentamentos », était à la création de collectivités rurales en rupture avec la méthode d'exploitation dominante, celle de la grande agriculture marchande capitaliste, et en rupture également avec la petite production marchande privée. On nourrissait des projets collectivistes ou communautaristes susceptibles de forger des hommes nouveaux qui témoigneraient dans la pratique rurale d'une autre société possible, et qui demeuraient quotidiennement solidaires des « masses » de travailleurs continuant leur destin de prolétaires ruraux et urbains.

L'expérience d'Araraquara entendait mener jusqu'à ses ultimes conséquences ces projets. Elle présentait déjà ses effets destructeurs des pratiques sociales et politiques des travailleurs et de leurs familles, lors de la visite conjointe du chercheur de l'ORSTOM et de la chercheuse de l'UNICAMP. La trajectoire de recherche de cette dernière la conduisait à s'interroger sur la question de savoir à quel point le projet collectiviste, dans lequel se trouvaient placés ces travailleurs par l'Etat, ne constituait pas une violence insurmontable faite à ces hommes et ces familles aspirant à l'autonomie sur une terre à eux. L'histoire passée et actuelle de ces travailleurs renfermait-elle la possibilité de les transformer en « travailleur collectif » ? Les difficultés très grandes qui se manifestaient déjà dès la première année de leur installation, ne révélaient-elles pas un rejet irrémédiable, condamnant le volontarisme militant des ingénieurs et des syndicalistes ?

D'un autre côté, comment critiquer ce volontarisme tout en préservant les objectifs essentiels de la transformation sociale ? C'est-à-dire en affrontant le défi de penser la nécessité de la création de ces travailleurs en petits producteurs ruraux productifs et en condition de participer d'une manière organisée à la défense de leurs intérêts. Ce défi présupposait, dans l'esprit de la chercheuse, la connaissance approfondie des possibilités et des limites contenues dans le savoir dont ses travailleurs et leurs familles étaient porteurs ainsi que des possibilités et des limites qui leur étaient offertes par la propre situation d'« assentamento ». S'imposait de la sorte une observation systématique du quotidien de ces familles de travailleurs en situation d'« assentamento ». Sur cette base, il serait possible de repenser l'action des agents institutionnels engagés dans le succès de ces expériences. Pour cette observation cependant, la chercheuse avait besoin de la collaboration des méthodes de recherche et d'analyse de l'anthropologie de la vie quotidienne. Il s'agissait davantage d'une anthropologie orientée vers la connaissance des processus sociaux en cours dans la société contemporaine, d'une anthropologie attentive à la reconstruction du mouvement des groupes sociaux analysés.

La trajectoire du chercheur français, économiste tourné vers l'anthropologie dans le grand moment de l'anthropologie économique des années 60 et 70 permettait de répondre à cette exigence. Son travail de recherche passé conduit à Madagascar puis en France, avait eu comme préoccupations :

- 1) la connaissance de la dynamique interne des rapports entre les personnes au sein d'ensembles micro-sociaux - ruraux et urbains - du point de vue de la compréhension de la situation économique, sociale et politique vécue par les populations ;

- 2) la relation entre cette dynamique et l'état de développement observé ;
- 3) la possibilité de transformation des rapports internes à ces ensembles pour aborder dans de meilleures conditions les défis du développement.

Il avait travaillé à Madagascar dans des communautés paysannes des Hauts Plateaux, au lendemain de l'Indépendance, et aidé à faire comprendre le moment économique, social et politique vécu par ces communautés au sortir de la colonisation, et à définir ainsi les éléments de stratégies de transformation de ces petites communautés rurales. Il avait travaillé en France, dans la décade des années 70 et le début des années 80, dans les quartiers d'habitation ouvrière d'une grande cité, ces quartiers périphériques surgis de la nouvelle politique urbaine d'après-guerre. Sur l'impulsion de Gérard ALTHABE, directeur d'études à l'EPHSS, l'anthropologie se lançait à la découverte de la France contemporaine. Il s'agissait de comprendre les relations qui se jouaient entre les personnes et les familles dans les différents espaces habités et de voir comment le jeu de ces relations faisait participer leurs acteurs à la reproduction de la situation qu'ils subissaient en commun. Cette connaissance ouvrait des perspectives pour l'enrichissement des stratégies d'action des syndicats, des partis et aussi des mouvements sociaux qui fleurissaient à cette époque. Après deux années de recherche fondamentale, et deux années de recherche-participation du côté des mouvements populaires, le chercheur français avait accepté des responsabilités du côté du pouvoir municipal socialiste à propos d'une politique ambitieuse de réhabilitation de l'habitat social des grands ensembles périphériques : il s'était trouvé en charge de la définition de la pratique participative de quarante équipes d'architectes dans la réhabilitation de quarante groupes d'habitations sociales.

Pour le chercheur français, l'observation de la vie quotidienne au sein de micro-sociétés rurales et urbaines, ouvrait un champ merveilleux de découvertes, riche de stratégies réalistes. Tout naturellement, en présence de l'expérience d'Araraquara, il était amené à interroger la réalité qu'il avait sous les yeux en continuité avec ses préoccupations antérieures : des travailleurs et leurs familles étaient là, sur une terre qu'ils avaient occupée, et qui venait de leur être reconnue dans un combat-dialogue avec l'Etat. Des intellectuels de l'action - leaders de mouvements syndicaux et populaires, leaders des communautés ecclésiales de base, ingénieurs progressistes de l'Etat - avaient élaboré pour eux une forme constitutive de communauté rurale construite sur l'efficacité et l'égalité. Quels rapports nouveaux ces producteurs et leurs familles développaient-ils entre eux compte tenu de ce que leur histoire avait fait d'eux ? Que se passait-il dès lors que l'on ne plaçait pas au premier plan la reconnaissance de la liberté des personnes ? Il fallait observer et analyser les relations quotidiennes dans la production et dans les espaces d'habitation, selon les méthodes de l'anthropologie. Ainsi, la nécessité pour la chercheuse brésilienne, de l'approfondissement de la connaissance de ces travailleurs devenus producteurs et de leurs familles - rencontrait l'expérience accumulée par le chercheur français sur d'autres terrains. De cette convergence est né le projet de recherche intitulé, en première approximation : « *Projet paysan et bóias frias : vie quotidienne et capacité de négociation dans une expérience de réforme agraire* ».

Ce projet a été accueilli par le CEDEC en 1988, centre de recherche où le Pr D'INCAO exerçait désormais ses activités de chercheuse, et qui avait déjà accueilli un chercheur de l'ORSTOM, Robert CABANES. A ce moment le CEDEC portait grand intérêt à la question agraire et constituait de ce fait un centre attrayant. Un changement dans ses lignes de recherches a conduit récemment l'équipe du projet à choisir comme lieu d'implantation l'université de Campinas, et son département de formation d'ingénieurs agronomes (FEAGRI).



Vue de São Paulo, la mégapole sud-américaine
(Cliché Iolanda HUZAK, São Paulo, SP)

OBJECTIF DU PROJET

L'objectif général de la recherche était d'apporter une contribution à la définition des modes d'organisation et des méthodes d'intervention les plus adéquates à l'intégration de ces producteurs singuliers, entre eux, au sein de collectivités rurales de progrès et démocratiques, de manière à ce qu'ils abordent dans les meilleures conditions de négociation les défis d'une intégration plus générale dans la société brésilienne. La politique du gouvernement de la transition démocratique de l'État de São Paulo présentait, avec les expériences d'« assentamentos » de réforme agraire, des situations concrètes d'organisation et d'intervention. La découverte des travailleurs en situation d'« assentamento », c'est-à-dire aux prises avec les projets élaborés à leur intention, devait offrir l'opportunité d'apprécier tant les mérites et les défauts des projets que les possibilités et les limites des travailleurs devenus petits producteurs. En toile de fond, il y avait la double exigence de la viabilité de la petite production dans le contexte de domination de la grande entreprise marchande capitaliste, et de l'adéquation initiale et progressive des projets à la singularité des hommes destinés à en être les maîtres d'œuvre.

Pour atteindre cet objectif, l'équipe de recherche, après avoir procédé à une exploration attentive des différents « assentamentos » de l'État, a fait le choix d'étudier un exemple significatif en profondeur : l'« assentamento » de Porto Feliz et son mode d'organisation semi-collectiviste.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

Dans l'observation de la réalité découlant de la rencontre, sur une période de plus de quatre années, de ces travailleurs avec ce système d'organisation, a été enregistrée une dissolution extrêmement rapide de la composante collectiviste du projet, en une évolution chaotique vers le système familial, la dissolution complète étant bloquée au niveau de la propriété commune des instruments de production, livrés au demeurant à la dégradation. Cette évolution, à travers laquelle se dessine la recherche de formes de coopération construites sur l'autonomie des producteurs, se traduit, au moment de l'observation par une absence de progression significative de ces producteurs eu égard aux moyens importants à leur disposition, en terre, en machines, en financement et en force de travail.

Une démarche non dialectique de compréhension aboutirait à rechercher dans les travailleurs eux-mêmes la cause de ces difficultés. Pour l'équipe, ce qu'ils font à un moment donné est le résultat de ce qu'on leur fait, c'est-à-dire des conditions dans lesquelles ils sont placés, en fonction de ce qu'ils sont au début de l'entreprise, c'est-à-dire ce qu'ils ont été faits par leur histoire individuelle et sociale. À partir d'une démarche de recueil de leur histoire de vie, de l'analyse des rapports sur lesquels est construit le projet voulu pour eux, et des conditions dans lesquelles il leur est proposé de le mettre en œuvre, il est possible de comprendre la vérité de la situation observée, dans le mouvement même de son développement. L'objectif de la coopération est nécessaire pour ces petits producteurs, mais une expérience comme celle qui est analysée, est construite sur la négation de ces hommes tels qu'ils sont, comme résultat de leur histoire sociale et individuelle, au nom d'un homme idéal à construire. Cette négation opère à deux niveaux : négation d'eux-mêmes en tant que personnes aspirant à la liberté symbolisée par le pouvoir sur une terre à soi. En second lieu, négation d'eux-mêmes en tant que producteurs et familles non préparées à une agriculture paysanne moderne en coopération, et non préparée à la vie démocratique. Totalitarisme d'un côté, démagogie de l'autre. Cette double

négarion permet de comprendre la réalité observée. Le changement est à rechercher dans la reconnaissance de leur aspiration individuelle et dans la reconnaissance sans démagogie des limites qu'ils portent en eux, ce qui est l'affirmation de la nécessité d'une formation et de l'apprentissage de codes pour qu'ils deviennent « prévisibles » en tant qu'hommes participant d'une collectivité démocratique. C'est sur ces bases qu'ils pourront non seulement devenir producteurs modernes, et affronter ce qui les accable, mais également, décider de « se choisir », ou non, sujets, partie prenante, d'une lutte plus générale de libération qui incluerait l'ensemble des travailleurs présents sur le marché du travail. Sur ces bases et non sur la base d'une imposition d'un modèle étranger à leur singularité historique.

Dans quelle direction la recherche va-t-elle être poursuivie dans le temps à venir?

L'approche adoptée - qui place au premier plan la question de la conquête de l'autonomie des personnes dans la découverte et l'affrontement des réalités collectives - la prise en compte de la liberté des travailleurs et l'exigence des conditions de leur libération - conduit « à braquer les projecteurs » sur les différents intervenants auprès de ces populations, les médiateurs de la transformation : ingénieurs sur le terrain, personnels de l'Etat aux différents niveaux de la hiérarchie, gens d'églises et militants des églises, militants des syndicats et mouvements, militants des partis, chercheurs enfin et professeurs. Ce sont eux qui conçoivent ou participent de la conception, ce sont eux qui agissent ou participent de l'action, ce sont eux qui analysent ou participent de l'analyse de la situation, d'une situation dont les acteurs principaux sont les travailleurs-producteurs et leurs familles. Ils doivent tous faire l'objet d'une analyse attentive de type anthropologique, quant à leur relation à ces travailleurs-producteurs, à propos de la conception, de l'action, et de la réflexion qu'ils conduisent. Dans la perspective qui est au centre de la problématique générale qui oriente ce nouvel abordage : dans quelle mesure, conception, action, réflexion, vont-elles dans le sens de la rencontre de ce que sont ces travailleurs de telle sorte que de cette rencontre naissent, émergent des hommes et des femmes aptes à une production moderne, aptes à une vie démocratique et aptes à une continuité dans la lutte plus générale au sein de la société. Une telle perspective appelle à une analyse critique de ces différents intellectuels de l'action du point de vue des idéologies qui les font agir. Il faut s'arrêter sur ce que signifient les différentes formes d'aborder ces travailleurs à travers les notions de « militant », de « frère », de « producteur ». S'interroger sur l'abstraction de ces approches, pour aller vers une définition plus exigeante de la relation à établir de prime abord avec ces hommes et ces femmes, afin qu'ils se constituent en collectivités démocratiques de progrès. **Ce travail doit ouvrir des perspectives importantes pour la formation des formateurs.**

Afin de pouvoir en amplifier la portée, une seconde étape de recherche doit, en sortant de l'Etat de São Paulo, embrasser des situations « d'assentamentos » dans différentes régions du Brésil. Nul doute que les caractéristiques géographiques, historiques, socio-économiques, politiques, ethniques de chaque région, n'impriment un cachet particulier à ces situations. En 1993 et 1994,, il est prévue l'étude de situations significatives « d'assentamentos » dans la région du Pará, au Nord, et dans l'Etat de Santa Catarina, au sud du pays.

VALORISATION

Le Pr D'INCÃO a été accueillie par l'ORSTOM pendant un mois en juin 1990. Le projet et les résultats de la recherche ont été exposés au siège de l'ORSTOM à Paris d'une part, et d'autre part à la Maison des sciences de l'homme devant de nombreux chercheurs brésiliens

et français, dans le cadre des rencontres du Pr Ignacy SACHS, au sein du Centre de recherche sur le Brésil contemporain.

Au Brésil, les résultats des travaux ont connu plusieurs niveaux de diffusion : d'abord auprès de l'association des producteurs, en accomplissement du compromis éthique conclu avec eux dès le début de la recherche. **Ces conclusions présentées ont été le point de départ d'un déblocage de la situation** et d'une marche en avant plus réaliste de leur entreprise. Une critique de la pratique des ingénieurs qui a eu des effets importants sur la poursuite de leur activité a été produite. A un niveau géographique plus large, ont été présentées en 1990, à Campinas, lors de la rencontre des coordinateurs-ingénieurs des six régions d'« assentamentos » de l'Etat de São Paulo, les premières conclusions des observations de l'équipe. Ces conclusions ont renouvelé de manière très significative la vision de ces intervenants importants dans la question agricole. Une rencontre avec ces mêmes ingénieurs-coordonateurs a eu lieu en juin 1991, à Porto Feliz, à l'initiative du Département des affaires foncières de l'Etat de São Paulo et du secrétariat d'Etat.

Au cours du second semestre de l'année 1991, le champ de la mise en débat des idées a été élargi. En participant, d'une part à la rencontre des sociologues ruraux de Marília, dans le cadre du Programa Integrado de Pesquisa de Sociologia Agrária (PIPSA), en tant que responsable de l'une des tables rondes. En participant d'autre part au séminaire national « Reforma Agrária e Cidadania » organisé par la CUT, les 28, 29 et 30 octobre, à Belo Horizonte. Plusieurs Etats sont représentés, ainsi que des chercheurs français de la Maison des sciences de l'homme. Enfin, en participant à une table ronde du séminaire « Reforma agrária : conteúdo e perspectivas » de l'Association Campanha de Reforma Agrária, à Rio de Janeiro, en décembre 1991.

En 1992, plusieurs événements, significatifs de l'intérêt du travail de l'équipe de recherche, sont apparus. Une journée du séminaire « Agroecologia e pequena produção rural » organisé par le Centro Vianei de Educação popular à Lages (SC), du 4 au 7 mai 1992, a été consacré à l'exposé et la discussion du projet de recherche, en présence d'universitaires, de chercheurs, d'agronomes et de syndicalistes des Etats du Sud du Brésil. En second lieu, l'Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (IBASE) de Rio de Janeiro a organisé un séminaire sur le thème « Assentamentos de reforma agrária : estratégias de desenvolvimento rural ». Les résultats de l'enquête nationale conduite par la FAO sur les « assentamentos » ont été discutés. En septembre 1991, le Pr D'INCÃO a fait une conférence à l'Associação Brasileira de Reforma Agrária (ABRA) qui commémorait son XXV^e anniversaire, sur le thème : Reforma agrária e participação popular. A la fin de l'année 1992, le Pr D'INCÃO a été reçue à l'ORSTOM à Paris dans le cadre des accords CNPq/ORSTOM. Au début de l'année 1993, l'équipe de recherche de São Paulo s'est déplacée à Belém (Para), pour rencontrer les chercheurs de l'ORSTOM en sciences sociales accueillis au musée GOELDI : Philippe LENA (géographe), Christian GEFFRAY (sociologue) et Jacky PICARD (anthropologue), ainsi que leur collègue brésilien, Roberto ARAUJO (sociologue). Au cours d'une semaine de séminaire, auquel s'étaient joints deux jeunes agronomes et économistes ruraux français, les travaux de chaque chercheur furent exposés et discutés. La question des relations paternalistes et des relations démocratiques à l'œuvre dans les différentes situations de terrain étudiées, a été au centre de la réflexion. Il été décidé d'établir des liens organiques entre les équipes. La première manifestation en sera la participation commune un symposium au XLVIII^e congrès international des Américanistes (ICA) qui doit avoir lieu du 4 au 9 juillet 1994 à Stockholm sur le thème : Etat, crise du modèle d'explication paternaliste et modernité (organisateurs : Philippe LENA et Roberto ARAUJO).

PRINCIPALES PUBLICATIONS

Maria Conceição D'INCÃO et Gérard ROY ont remis, en 1980, 1990, 1991 et 1992, deux rapports au CNPq, justificatifs de leur recherche commune, sous la forme de rapports partiels de recherche.

Le Pr D'INCÃO a fait une communication au congrès mondial de Sociologie, à Madrid, en 1990, sur cette recherche :

« **A reforma agrária no cotidiano dos trabalhadores : um estudo de caso** ». (XII Congresso Mundial de Sociologia). Sessão nº 3. Práticas sociais e períodos de transição - América Latina - julho 1990, (40 pages).

Il s'agit de l'analyse des relations entre les travailleurs et l'État, lors d'une expérience de réforme agraire (« assentamento ») ayant comme contrepoint les avancées et les reculs, du point de vue de la démocratie, des politiques qui viabilisent ce type d'expérience.

Elle a produit :

- un article pour la revue du CEDEC, Lua Nova : « A experiência dos assentamentos : uma contribuição ao debate político da reforma agrária », nº 23, março de 1991, pp. 83-106).

L'article traite de l'analyse des entraves créées par le projet politique de la réforme agraire à l'encontre de l'intégration économique et sociale d'un groupe de travailleurs qui ont obtenu l'accès à la terre au travers de la politique de l'« assentamento » du gouvernement de l'Etat de São Paulo. Une réflexion est menée sur les possibles contributions de cette analyse à une révision critique du projet politique de réforme agraire.

- un article pour la Revue Teoria e Debate : « Reforma agrária : um retrocesso programático » (nº 17, pp. 24-27, 1992).

Il s'agit de l'évaluation critique du plan national de réforme agraire (PRNA) proposé par les partis de l'opposition au gouvernement fédéral.

- un article pour la revue Universidade e Sociedade (ANDES) : « Assentamentos : estado, trabalhadores e meio ambiente » (nº 4, pp. 101-104, 1992).

Une analyse du processus de démocratisation des relations entre l'Etat et les travailleurs, à propos de la préservation écologique au cours d'une expérience concrète de politique d'assentamento du gouvernement de l'Etat de São Paulo, est tentée.

G. ROY a rédigé un article intitulé : « Du travailleur salarié au petit producteur libre : quelle construction pour des expériences de réforme agraire? » (Cah. ORSTOM, sér. Sci. hum., vol. XXVIII, nº 3, pp. 515-534). (Traduit en portugais).

Au Brésil, dans la période de transition démocratique, l'Etat de São Paulo fait l'expérience d'implantation de familles de travailleurs à la campagne, selon le système collectiviste ou semi-collectiviste ; très vite ces expériences tournent court dans leur conception initiale pour avoir privilégié l'efficacité et l'égalité des producteurs, aux dépens de leur liberté.

Nota : Les deux chercheurs de l'équipe vont publier un livre pour clore leur première étape de recherche, sur le thème : « Méthodes d'intervention en « assentamentos » : de la dépendance des producteurs à leur autonomie et à leur engagement dans une coopération démocratique ».

SOCIOLOGIE-ÉCONOMIE

PROJET ORSTOM/CNPq

TRAJECTOIRE ET PERSPECTIVES D'UNE PROFESSIONNALITÉ URBAINE : LES TRANSPORTEURS BRÉSILIENS

Localisation

Fondation Getúlio Vargas (FGV), Ecole d'administration d'entreprises
de São Paulo, São Paulo

Chercheur ORSTOM

Etienne HENRY, directeur de recherches à l'INRETS, en poste d'accueil à l'ORSTOM

Partenaire responsable

Regina PACHECO, professeur FVG, coordinatrice du projet

Équipe brésilienne

Constituée de 16 chercheurs à temps partiel

Durée du projet

1991-1993 (accueil expatriation du 18-9-1991 au 12-11-1993)

HISTORIQUE

Villes et services latino-américains

1972-1991 : de l'urbanisation dépendante aux services urbains, du Pérou au Brésil, entre France et Amérique latine

Après avoir soutenu une thèse sur les mouvements sociaux urbains, exercé en coopérant militaire puis civil à l'université de Lima puis monté une organisation non gouvernementale entre 1974 et 1980, ce chercheur a acquis une solide connaissance des réalités urbaines latino-américaines, en relation directe avec les milieux scientifiques locaux. De retour en France, il a monté à l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, de 1982 à 1991, un programme abordant le et les différents aspects des transports urbains en Amérique latine, en étroite association avec le réseau REDES qui associe des partenaires de tous les pays de la région. Le bilan qu'il dresse de vingt ans de recherche urbaine latino-américaine montre la pérennité et la vitalité de la réflexion menée depuis plusieurs universités et centres de recherche-action, insérée dans les grands courants internationaux de pensée sur la ville (HENRY et SACHS, 1990).

Mais comme l'écrit E. HENRY, « Sans terrain approfondi, la réflexion s'épuise ; et dans mon tour de piste de l'Amérique latine, il ne manquait ni plus ni moins que le Brésil... Or il se trouve dans ce pays une réalité bougrement passionnante, tant pour ceux qui s'intéressent aux transports que pour les spécialistes de la ville ou de l'économie urbaine » (Orstom Chroniques du Sud n° 5, p. 141-143). Le projet de recherche actuel découle de ce constat et de cette carrière : voilà bien un terrain de rencontre entre deux instituts français, l'INRETS et l'ORSTOM, s'associant sur un programme dont l'intérêt est reconnu par les autorités brésiliennes (accord CNPq/ORSTOM n° 91.0075-90.5).

1991-1992 : Paris/São Paulo, à la recherche des entreprises de transport

Spécialisée dans l'étude des entreprises et des politiques publiques, la FGV (pendant brésilien de l'ENA français) manifeste un vif intérêt pour les transports, au demeurant fort présents dans l'actualité politique, sociale et économique du pays. Partant des « Fondements techniques et sociaux de l'organisation des transports collectifs à São Paulo », R.S. PACHECO propose au CNPq une recherche en coopération, qui sera reprise et amplifiée selon l'intitulé ci-dessus.

En accord avec les programmes scientifiques respectifs, reste à organiser la mise à disposition par l'INRETS et à dégager un poste d'accueil-expatriation à l'ORSTOM (Département SUD) : après plusieurs mois d'incertitudes et de retards divers, E. HENRY rejoint son poste de professeur visitant à l'École d'Administration d'entreprises de la FGV-São Paulo le 19 septembre 1991.

OBJECTIFS

Comprendre « le plus gros » transport urbain au monde

La grosse entreprise de transport dominant le secteur des transports dans le capitalisme brésilien est une exception qui confirme la règle latino-américaine des petites unités de production d'un service marchand. Cette réalité serait dépassée par le Brésil, qui devient un modèle pour le Tiers-Monde (outre l'exemple de Curitiba, mondialement reconnu) : majoritairement privée, concessionnaire, efficace, moderne, rentable, l'entreprise connaît ici un développement dynamique (productivité, économies d'échelle, management, croissance verticale et horizontale) ; elle produit d'importants impacts économiques, sociaux et urbano-régionaux. Opérant selon les réglementations locales et conjoncturelles du service public, éventuellement coexistant avec des métros et succédanés, des trains de banlieue ou des entreprises municipales de bus, elle est en croissance régulière depuis les années cinquante, au point qu'on peut s'interroger sur les régularités et déterminants historiques et techniques de cette expérience.

Les transports urbains brésiliens constituent un véritable univers professionnel, qui inclut aussi les industries d'aval (et de gros constructeurs mondiaux sont installés au Brésil). En partenariat tendu avec les autorités de tutelle, ils s'adressent à une clientèle d'usagers captifs chaque jour plus nombreux, bien qu'aujourd'hui appauvris par la crise.

L'objectif général de la recherche revient à comprendre comment, partant d'intérêts contradictoires des acteurs, un système de transport s'est institué et perdure par-delà d'importantes disparités régionales et discontinuités administratives. L'hypothèse de base part de la trajectoire de cette profession, à l'esprit d'entreprise incomparable : « Il s'agit tout simplement de reconnaître, ici et nulle part ailleurs dans le tiers monde, l'existence de véritables entreprises capitalistes de transport urbain se reproduisant et étendant leur influence sur des pans entiers des économies et des sociétés urbaines. Je voudrais en découvrir les déterminants économiques ;

sociaux et politiques, selon l'intuition particulière qu'il se passe quelque chose de spécifique du côté des logiques patrimoniales et des diasporas portugaise, espagnole ou italienne » (*ibidem*).

Objectifs scientifiques : modéliser l'entreprise brésilienne de transport urbain

- Esquisser le modèle d'entreprise qui émerge de cette expérience, ses qualités et limites.
- Evaluer la productivité des entreprises, en regard aux demandes sociales variables.
- Sérier les critères de modernisation dans la gestion des entreprises.

Objectifs opérationnels : dégager des enseignements de politique urbaine

- Situer le développement du secteur des transports urbains dans les stratégies économiques nationales. Interroger les pratiques réglementaires des pouvoirs de tutelle. Evaluer la consistance de la nouvelle gestion municipale.
- Dégager les éléments analytiques nécessaires à la comparaison de ce modèle avec ceux qui prévalent en Amérique latine, et dans l'évolution internationale des transports.

Recherche en coopération : appuyer les formations universitaires et des chercheurs

Sur un objet quasiment vierge, la formation par la recherche s'impose, en collaboration avec des enseignants-chercheurs de plusieurs universités nationales. Il s'agit d'ouvrir à la socio-économie des formations traditionnellement plus techniques dans le traitement de ces problèmes. La démarche de recherche est itérative, en association avec les autorités de tutelle. Sur le terrain, il est donc donné priorité à la formation et à la valorisation directe.

ÉQUIPE IMPLIQUÉE

Impulsion et partenariat

L'équipe de recherche est constituée du chercheur français à temps plein, partageant la responsabilité du projet avec la coordinatrice brésilienne et entouré de quelques assistants de recherche et personnels d'appui.

Les travaux régionaux sont menés par des enseignants-chercheurs brésiliens hautement qualifiés appartenant aux Départements d'ingénierie des universités fédérales de Belo Horizonte (UFMG), Pernambuco (UFPE), Rio de Janeiro (UFRJ) et de l'université de Brasília (UNB). L'équipe globale d'une vingtaine de personnes comprend aussi des consultants et professionnels municipaux.

La recherche est menée de concert avec d'autres partenaires latino-américains, associés au programme du Réseau latino-américain de recherche sur les services urbains (REDES, Santiago-du-Chili).

ACTIVITÉS RÉALISÉES EN 1991-1992

Construction de l'atelier et demi-parcours du terrain

Au cours de cette première année, qui correspond à la moitié du temps de travail de terrain - l'accent a été mis sur la reformulation théorique et opérationnelle du projet - la seconde année devant avoir un caractère plus empirique.

Parmi les douze phases prévues, trois ont été achevées (pré-enquête et étude de faisabilité ; montage institutionnel et articulations entre équipes locales et avec les partenaires opérationnels ; réalisation d'un premier *Atelier de recherche sur les entreprises d'autobus*).

Deux autres procédures ont été lancées (étude des systèmes de transport à São Paulo, Recife, Rio de Janeiro, Belo Horizonte et Brasília ; monographies d'entreprises de transport) et restent sous la responsabilité des équipes locales.

La recherche a été présentée à une dizaine de congrès et séminaires brésiliens et internationaux, donnant lieu à une série d'articles.

A noter, au-delà du transport urbain, une participation active dans des domaines concernant les services, la gestion, l'environnement et la recherche urbains (réunions scientifiques, opérationnelles et publications).

Un rapport consistant, réunissant 24 articles ou documents de travail produits par tous les membres de l'équipe, a été présenté au CNPq et à l'ORSTOM. En parallèle, deux rapports ont été produits pour des commanditaires français (CRBC/MSH et AITEC-INRETS-MELTE/Plan urbain).

Si les conditions réunies sont maintenues et amplifiées par les partenaires intéressés, **il ne fait aucun doute, compte tenu de l'importance du sujet, de la diversité du terrain d'investigation et du haut niveau de l'équipe impliquée, que ce projet soit un succès de coopération.**

PRINCIPAUX TRAVAUX ET PUBLICATIONS

Premiers jalons et valorisation

HENRY, E. 1991. L'entreprise brésilienne d'autobus urbains : un modèle?, in *RTS Arcueil*, n° 31, 9/91, : 81-88.

En clôture d'un dossier d'une dizaine d'articles sur les transports dans les villes en développement préparé pour l'INRETS, sont reprises les interrogations centrales du projet. La recherche en coopération sur les transports en Amérique latine conduit au thème central des entreprises, dans un contexte mondial où se réaffirment le primat de l'autobus et de la privatisation. Ce projet de recherche vise à élucider l'exemple brésilien d'entreprise privée d'autobus qui, à la différence de toutes les autres réalités dans les pays en développement, présente des caractéristiques remarquables de taille, de pérennité et de modernité. On peut systématiser les idées de base du projet et les formaliser dans un modèle d'entreprise privée.

FIGUEROA, O. ; HENRY, E. ; MANDON, B. 1991. INRETS/MELTE-Plan urbain, 1991

Dans la ligne de la recherche antérieure, il paraît opportun de comparer l'idéal-type de la grosse entreprise capitaliste brésilienne d'autobus avec la réalité de petites entreprises privées, encore prépondérantes dans les villes en développement. Le cas chilien offre un exemple remarquable, dans le contexte de la dérégulation. Ce projet comparatif, conçu avec O. FIGUEROA, s'articule dans le Réseau latino-américain d'étude des services urbains REDES. Il est appuyé par le ministère de l'Équipement.

HENRY, E. ; SACHS, C. 1991. Envahir, conseiller et gouverner. Vingt ans de recherche urbaine latino-américaine. DRI/MELTE, Paris, 120 p. (bib.).

En producteurs impliqués et distants, passant par toutes les recherches, polémiques et conférences auxquelles nos collègues latino-américains ont bien voulu nous associer, nous avons accompagné

cette science qui se développe moins en laboratoire qu'aux marges de l'action, de l'expertise et du pouvoir où officient les chercheurs urbains latino-américains. A partir de ces trois postures ; les paradigmes qui ont successivement scandé deux décennies de réflexion pérenne et interrompue, homogène et diversifiée, mimétique et autonome, compromise et indépendante, contingente et abstraite, déductive et inductive, ont conduit à un corps de connaissances spécifique (à ces villes-là) et général (car parlant du social). Marginalité, croissance, dépendance, conflictualité, gestion et crise sont les thèmes abordés dans les différentes facettes urbanistiques, techniques, sectorielles, sociales, économiques et politiques de la ville.

HENRY, E. 1991. La investigación urbana en América Latina. Conversaciones sobre los caminos por recorrer, CIUDAD, Quito, 1991, 187 p. (ouv. coll.).

Le séminaire de Quito 1987 « La recherche urbaine latino-américaine : chemins parcourus et à parcourir » avait été rétrospectif, et l'on tenta de prolonger cette réflexion par une prospection collective des chemins à parcourir par la recherche urbaine latino-américaine. En 1990, une seconde réunion permit donc de confronter les propositions pêle-mêle d'une vingtaine de chercheurs. Ces conversations sont reprises dans un quatrième livre, qui clôt la série des bilans géographiques, thématiques et analytiques organisée par le centre CIUDAD.

HENRY, E. 1992. Les transports urbains brésiliens au seuil du XXI^e siècle. Gageure et innovation, Rapport pour le Centre de recherche sur le Brésil contemporain, Msh, Paris, 135 p.

Dans la recherche d'alternatives aux systèmes de transports urbains classiques, face aux déceptions connues par certains métros et trains urbains dans les dernières décennies et aux difficultés financières pour l'implantation de systèmes de transport de masse, le Brésil pense aux métros légers ainsi qu'à des innovations permettant d'accroître les capacités des autobus. Les 23 projets de VLT et les trains de bus sont-ils des solutions viables pour les grandes agglomérations?

HENRY, E. 1991. Volver a la ciudad, con la sabiduría de dos décadas de investigación latinoamericana, conférence à la XVI^e assemblée du Conseil latino-américain de sciences sociales CLACSO, Los siglos XXI de América Latina, Santiago-du-Chili, 25 à 28-11-1991 ; revu pour le séminaire Agenda de la investigación urbana para los 90, Redes/Ford Foundation, Santiago-du-Chili, 24 à 26-6-1992 (publication en cours par SUR Santiago-du-Chili) ; présenté au congrès de l'Association nationale de programmes de magistère en sciences sociales Anpocs XVI, Caxambú, 20 à 23-10-1992

Aller de l'avant présuppose, selon nous, revenir à la ville, dont la recherche urbaine s'est paradoxalement trop écartée en vingt ans de sagesse. L'objet du champ disciplinaire semble aujourd'hui voler en éclats sous le coup d'une crise tridimensionnelle : éparpillement matériel des systèmes urbains, vertige théorique et doute pratique. Ce moment est propice à un retour sur l'objet qu'on ne devrait plus hésiter à reconnaître, en tant qu'il est porté par un discours savant à propos d'une réalité identifiée. Villes et citadins dans l'urbanisation et les économies en crise. Pour soutenir la consistance de cet objet, on propose ici de soumettre à une critique épistémologique les séquences et l'ordonnement de ce discours sur la ville latino-américaine. On les rapporte aussi aux conditions historiques de production de ces énoncés, ce qui en révèle toute la pertinence et l'inachèvement.

HENRY, E. 1991. El autotransporte urbano colectivo en desarrollo : ¿cual empresa?, communication au CLATP V, CEPAL/REDES, Santiago-du-Chili, 18 à 22-1-1991.

Au cinquième congrès latino-américain de transport public, nous avons présenté les grandes lignes de la recherche et proposé un schéma explicatif généralisable rendant compte des différentes étapes, niveaux et interférences de la production du service de transport par des unités d'exploitation immergées dans des relations économiques et sociétales d'ensemble. C'est l'embranchement des entonnoirs. Lors d'une table ronde finale, la présentation de ce schéma a permis de confirmer la priorité à l'analyse de l'entreprise et la tendance à la concentration des entreprises dans d'autres pays latino-américains (notamment en Argentine).

HENRY, E. 1992. Autobus et entreprises dans les villes brésiliennes. *Info Brésil* n° 40, São Paulo. Une première incursion sur les réseaux de transport de Rio de Janeiro, Belo-Horizonte, Recife, Manaus, Brasília, Campinas, São-Paulo et Santo-André (ainsi que des références précises sur Curitiba, Porto-Alegre, Campo-Grande et d'autres grosses agglomérations brésiliennes) a permis la rédaction de cet article descriptif des systèmes et des entreprises locales.

HENRY, E. 1992. Aperçu des entreprises d'autobus urbains. Etat d'analyse au 26-02-1992, *Compte rendu de la première phase de la recherche : activités réalisées, avancement et suites*, FGV/ORSTOM, São-Paulo, 209 p. REDES-AITEC [E. HENRY avec des textes de J. ARAGAO, A. BRASILEIRO, O. FIGUEROA, R. P. ORRICO, B. MANDON & R.S. PACHECO].

Rapport contractuel, reprenant des travaux antérieurs actualisés après six mois de travail sur le terrain : la recherche produit des résultats confirmant la validité de ce projet et sa faisabilité. Le contact avec les milieux scientifiques, professionnels et administratifs d'une dizaine de villes brésiliennes et chiliennes conduit à certaines inflexions du travail, qui devrait porter plus sur les firmes que sur les seules entreprises, et dépasser l'échelon local, pour comprendre des stratégies nationales, voire internationales, d'un secteur des transports articulant tous les éléments de la chaîne de cette activité, dans l'économie générale. Des questions telles que la productivité et le management, si elles sont correctement abordées, pourront éclairer des aspects théoriques généralement peu développés dans la littérature internationale sur les transports urbains.

HENRY, E. 1992. Elementos de reflexão sobre uma reforma verde dos transportes urbanos., Intervention à la Table ronde sur les transports du Forum international de la Réforme urbaine, ECO'92-Forum global des Ong, Rio de Janeiro, 03-06-1992.

A la seconde conférence internationale sur l'environnement, ce n'est qu'au forum des Ong que la question des transports a été abordée. C'est un des principaux facteurs de nuisance en milieu urbain, et qui touche d'abord les mégapoles des pays en développement. En compagnie d'élus et de représentants des associations de quartier, sept aspects de ces problèmes ont été évoqués, invitant tant les pays du Centre à se préoccuper des pollutions secondaires que ceux de la périphérie à reprendre les éléments positifs des campagnes de réduction des nuisances premières.

HENRY, E. 1992. Trajetória e perspectivas de uma profissionalidade urbana : o universo das empresas de ônibus no Brasil (Annexes I & II), Fondation Getúlio Vargas EAESP, rapport d'activités 1991-1992 pour le Conseil national de développement scientifique et technologique (CNPq) et l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM), 240 p., 10/92 (avec FGV, UFMG, UFPE, UFRJ & UNB) [E. HENRY red., avec des textes de N. AFONSO, J. ARAGÃO, M. BODMER, A. BRASILEIRO, H. DOCHE, O. FIGUEROA, D. GAZZOLA, P. LINHARES, R. ORRICO, R.S. PACHECO, M. DE SA & A. DOS SANTOS].

Rapport de mi-chemin au bout d'une première année de recherche, faisant état des trois premières phases (pré-enquête, étude de faisabilité et premier Atelier de recherche sur les entreprises de transport). Les annexes reprennent les travaux produits pour l'élaboration du projet et sa coordination générale ; nos thèses sur le transport et les services au Brésil et en Amérique latine ; et des documents relatifs aux terrains de recherche (Brésil, São Paulo, Recife, Rio de Janeiro, Belo Horizonte et Brasília). Ces documents sont autant des instruments de discussion de la problématique avec les partenaires et interlocuteurs, que les bases d'une publication de synthèse.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE DE M. G. WINTER	1
PRÉSENTATION	3
RÉTROSPECTIVE	
Les grandes étapes de la présence de l'Orstom au Brésil	11
TÉMOIGNAGES DE PERSONNALITÉS BRÉSILIENNES	21
LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE AVEC LE BRÉSIL	
Caractéristiques et particularités	35
AGRONOMIE-AMÉLIORATION DES PLANTES	
■ PROJET ORSTOM/SUBIM/CEPLAC : programme de recherche sur la floraison et la fructification du cacaoyer dans l'État de Bahia (CEPLAC, Itabuna, État de la Bahia, 1977-1987).	57
■ PROJET ORSTOM/EMBRAPA : amélioration du <i>Panicum maximum</i> (CNPQC/EMBRAPA, Campo Grande, État du Mato Grosso do Sul, 1982-1988).	61
AGRONOMIE-ÉCOLOGIE	
■ PROJET EMBRAPA/ORSTOM : évaluation des ressources naturelles et socio-économiques du tropique semi-aride du Nord-Est brésilien ou zonage agro-écologique du Nord-Est brésilien. (CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, État du Pernambuco, 1981-1993).	67
ANTHROPOLOGIE	
■ PROJETS ORSTOM/CNPq : l'homme en Amazonie et études des modifications écologiques liées à l'aménagement agro-sylvicole de la forêt (MPEG, Belém, État du Pará, et INPA, Manaus, État d'Amazonas, 1983-1988).	85
■ PROJET ORSTOM/CNPq : anthropologie de la santé et de la maladie chez les Indiens Tukano orientaux de la région du haut Rio Negro, État d'Amazonas (Brésil). (MPEG, Belém, État du Pará, de 1984 à 1987, puis UnB, Brasília, District fédéral, en cours depuis 1987).	89

■ PROJET ORSTOM/CNPq : sociétés indigènes et frontière en Amazonie : histoire, impact et représentation du contact chez les Indiens Yanomami (MPEG, Belém, État du Pará, de 1985 à 1987, puis UnB, Brasília, District fédéral, en cours depuis 1987).	99
■ PROJET ORSTOM/CNPq : modifications écologiques liées à l'exploitation agro-sylvicole de la forêt. Sous projet : études des changements linguistiques et de la perception du milieu dans les situations de contact et de transformation de l'espace en Amazonie brésilienne (INPA, Manaus, État d'Amazonas, 1987-1991).	109

CLIMATOLOGIE-OCÉANOGRAPHIE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : programme Océan-Atmosphère sur l'Atlantique tropical, Toga (INPE, São José dos Campos, État de São Paulo, 1986-1988).	115

ÉCOLOGIE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : étude des modifications écologiques liées à l'aménagement agro-sylvicole de la forêt (INPA, Manaus, État d'Amazonas, en cours depuis 1979).	121

ÉCONOMIE

■ PROGRAMME ORSTOM/IPE-USP : enseignement et recherche en économie régionale (IPE/USP, São Paulo, 1971-1973).	143

ÉCONOMIE RURALE

■ PROJET ORSTOM/UFCe : projet de développement rural intégré (CCA, UFCe, Fortaleza, État du Ceará, 1978-1980).	147

ENTOMOLOGIE MÉDICALE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : l'éco-épidémiologie de la fièvre jaune, de la dengue, des encéphalites et des autres arboviroses (IEC, Belém, État du Pará; en cours depuis 1981).	151

GÉOGRAPHIE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : expansion de la frontière démographique et économique de la société brésilienne en Amazonie : dynamique du changement social et évolution des formes de production (MPEG, Belém, État du Pará, en cours depuis 1984).	161
■ PROJET SEPLANTEC/ORSTOM : recherche régionale en vue de la planification agro-pastorale (CEPLAB, Salvador, État de Bahia, 1975-1977).	175

GÉOGRAPHIE-ÉCONOMIE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : problématique des villes moyennes du Centre-Ouest brésilien. Formation économique et spatiale du Centre-Ouest brésilien (UnB, Brasília, District fédéral, 1983-1991).	179

GÉOLOGIE

- PROJET ORSTOM/CNPq : géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées. Sous-projet : lithologie et structure des formations métamorphiques du Précambrien supérieur du Sud-Est brésilien. Géologie hypogène du plomb, du zinc, de l'argent et du cuivre (1980-1984). Sous-projet : sédimentation et tectonique des chaînes Brasília et des phosphates métasédimentaires du Protérozoïque moyen et supérieur (IG/USP, São Paulo, 1990-1993). 187
- PROJET ORSTOM/CNPq : géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées. Sous-projet : sédimentation et tectonique des plissements Brasília et phosphates métasédimentaires du Protérozoïque moyen et supérieur (IAG/USP, São Paulo, 1989-1991). 195

GÉOLOGIE DE LA SURFACE

- PROJET ORSTOM/CNPq/USP : programme de recherche sur le comportement des éléments de transition dans les formations supergènes du Brésil méridional et central (IG/USP, São Paulo, 1976-1980). 199
- PROJET ORSTOM/CNPq/USP : altération des roches ultrabasiques et genèse des latérites à nickel. Altérations des calcaires et concentration des terres rares (IG/USP, São Paulo, 1977-1981). 203
- PROJET ORSTOM/CNPq : altérations latéritiques et comportement du cuivre (Goiás). Altérations des pegmatites à étain et lithinifères (IG/USP, São Paulo, 1980-1985). 211
- PROJET ORSTOM/CNPq : comportement géochimique des éléments traces titane, niobium, zircon, etc., et des terres rares dans l'altération latéritique des complexes alcalins et alcalino-carbonatitiques (IG-IAG/USP, São Paulo, 1982-1987). 217
- PROJET ORSTOM/CNPq : géochimie de la surface et métallogénie. Sous-projet : étude des bauxites brésiliennes et micromorphologie des altérations (IG/USP, São Paulo, 1984-1987). 225

GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

- CONVENTION ORSTOM/INSTITUT DE GÉOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE SÃO PAULO : réalisation de programme de recherche en géologie du Quaternaire (IG/USP, São Paulo, 1973-1976). 233
- CONVENTION ORSTOM/MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA CULTURE DE L'ÉTAT DE BAHIA : réalisation de programme de recherche en géologie du Quaternaire (IPN/UFBa, Salvador, État de Bahia, 1976-1981). 237
- PROJET ORSTOM/CNPq : variations du niveau relatif de la mer le long de la côte brésilienne et leurs implications dans la sédimentation côtière. Corrélation avec des paramètres de nature géophysique et paléoclimatique (ON, Rio de Janeiro, État de Rio de Janeiro, 1981-1990). 241

- PROJETS ORSTOM/CNPq : paléoclimats intertropicaux, puis étude de l'évolution des environnements côtiers et continentaux durant le dernier cycle climatique (derniers 120 000 ans). (IG/USP, São Paulo, 1986-1990; puis UFRJ, Rio de Janeiro ; depuis 1991). 249

GÉOLOGIE-GÉOCHIMIE

- CONVENTION ORSTOM/MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA CULTURE DE L'ÉTAT DE BAHIA pour la réalisation de programmes conjoints d'enseignement et de recherche en géochimie (1978-1981).
PROJET ORSTOM/CNPq-UFBa : géodynamique des granitoïdes précambriens de Bahia. Contribution à la détermination du potentiel uranifère (IG/UFBa, Salvador, État de Bahia, 1981-1993). 255
- PROJET ORSTOM/CNPq : géochimie des fluides hydrothermaux associés à la genèse des dépôts minéraux dans la région centre-ouest du Brésil. (UnB, Brasília, District fédéral, 1988-1991). 273

GÉOLOGIE-PÉDOLOGIE

- PROJET ORSTOM/CNPq : géochimie des couvertures latéritiques et minéralisations associées (IG-IAG/USP, São Paulo, 1987-1992). 277

GÉOPHYSIQUE

- PROJET ORSTOM/CNPq : anomalies gravimétriques du Brésil et prolongement possible dans le continent africain (Observatoire national, Rio de Janeiro, 1981-1984) 295

HYDROBIOLOGIE

- PROJET ORSTOM/CNPq-UFSCar-IOUSP : études du cycle des éléments nutritifs dans les systèmes aquatiques (UFSCar, São Carlos, État de São Paulo, 1983-1987). 299
- PROJET ORSTOM/CNPq-UFSCar : impact du broutage et de la prédation des poissons planctophages sur la productivité des lacs de barrage tropicaux (UFSCar, São Carlos et IOUSP, São Paulo, 1984-1986). 301
- PROJET ORSTOM/CNPq-UFF : processus d'eutrophisation des lagunes du littoral de l'État de Rio de Janeiro (UFF, Niteroi, État de Rio de Janeiro, en cours depuis 1986). 307
- PROJET ORSTOM/CNPq : étude de la systématique, de la biogéographie et de l'autoécologie des organismes aquatiques du bassin amazonien (INPA, Manaus, État de l'Amazonas, en cours depuis 1981). 313

HYDROLOGIE

- PROJET ORSTOM-SCET COOP-GÉOTECHNIP/SUDENE : étude hydrologique du val du Rio Jaguaribe (GEVJ). (SUDENE, Recife, État du Pernambuco, 1961-1966). 333

■ CONVENTION ORSTOM/SUDENE d'assistance technique à la réalisation de l'inventaire et de l'exploitation rationnelle des données des ressources hydriques du Nordeste brésilien (SUDENE, Recife, État du Pernambuco, 1972-1979).	339
■ PROJET ORSTOM/CNPq/UFCe d'étude du régime des précipitations régionales et des relations précipitations-écoulements sur bassins représentatifs (CCA-UFCe, Fortaleza, État du Ceará, 1976-1982).	351
■ CONVENTION ORSTOM/SUDENE : études des bassins hydrologiques représentatifs et expérimentaux du Nordeste et utilisation rationnelle des ressources hydriques des petits «acudes» du Nordeste semi-aride (DHM/SUDENE, Recife, État du Pernambuco, 1980-1992).	355
■ PROJET ORSTOM/CNPq : hydrologie appliquée à l'étude et à la gestion des ressources en eau (DNAEE, Brasília, District fédéral, en cours depuis 1981).	367
■ PROJET ORSTOM/CNPq : étude des disponibilités en eau pour les projets d'aménagements hydroagricoles et le drainage urbain (UFPE, RECIFE, État du Pernambuco, 1983- 1989).	385
■ PROJET ORSTOM/CNPq : dimensionnement et gestion de petits ouvrages hydrauliques au sud du Brésil. Projet Potiribu (IPH/UFRGS, Porto-Alegre, État du Rio Grande do Sul, 1989-1993).	391

INFORMATIQUE

■ PROJET ORSTOM/EMBRAPA : SISSOLOS : élaboration d'une banque de données pédologiques brésiennes (SNLCS/EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1981-1984).	399
■ PROJET ORSTOM/EMBRAPA : coordination des activités de traitement de données de ressources naturelles dans le cadre de SISGEO, système d'informations géographiques sur l'environnement rural au Brésil (DIN/EMBRAPA, Brasília, District fédéral, 1984-1992).	407

PÉDOLOGIE

■ PROJET ORSTOM-SCET COOP-GÉOTECHNIP/SUDENE : étude pédologique du val du Rio Jaguaribe (GEV), SUDENE, Recife, État du Pernambuco, 1962-1964).	419
■ PROJET ORSTOM/USP ET ORSTOM/CNPq : études des sols ferrallitiques brésiliens et de leurs processus génétiques (IG/USP, São Paulo, 1976-1982).	423
■ PROJET UFCe/ORSTOM : projet de caractérisation des sols et étude de leur régime hydrique (CCA/UFCe, Fortaleza, État du Ceará, 1978-1981).	431
■ CONVENTION ORSTOM/SUDENE : étude de la conservation et de la gestion des sols de la région du Nordeste brésilien (SUDENE, Recife, État du Pernambuco, 1980-1983).	435

■ PROJET ORSTOM/CNPq : coopération technique au programme du tropique semi-aride (PTSA, Agence du CNPq-NE, Recife, État du Pernambuco, 1986-1992).	445
■ PROJET ORSTOM/EMBRAPA : inventaire des problèmes et des zones critiques de dégradation des sols au Brésil (SNLCS/EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1984-1988)	451
■ PROJET ORSTOM/EMBRAPA : reconnaissance des sols sous végétation de cerrados et leur relation avec la productivité des cultures en fonction des pratiques culturales et de conservation (SNLCS/CRCO/EMBRAPA, Goiânia, État du Goiás, en cours depuis 1990).	461

PÉDOLOGIE-AGRONOMIE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : la matière organique des sols et ses fonctions dans les écosystèmes tropicaux du Brésil (CENA/USP, Piracicaba, État de São Paulo, en cours depuis 1983).	471

PÉDOLOGIE-GÉOCHIMIE

■ CONVENTION ORSTOM/MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA CULTURE DE L'ÉTAT DE BAHIA : réalisation de programmes conjoints d'enseignement et de recherche en géochimie et pédologie (IG/UFBa, Salvador, État de Bahia, 1969-1985).	481

PÉDOLOGIE-GÉOLOGIE

■ CONVENTION ORSTOM/INSTITUT DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE L'ÉTAT DU PARÁ (IDESP) : réalisation de recherches conjointes en sciences de la terre (IDESP, Belém, État du Pará, 1976-1978).	503

SOCIOLOGIE-ANTHROPOLOGIE SOCIALE

■ PROJET ORSTOM/CNPq : pratiques familiales et culturelles des travailleurs urbains à Bahia (UFBa, Salvador, État de Bahia, en cours depuis 1986).	507

SOCIOLOGIE-ÉCONOMIE

■ PROJET ORSTOM/CNPq-CEDEC : politique et gestion de la main d'œuvre. Conditions de travail et mode de vie dans le grand São Paulo (trajectoires professionnelles, modes de vie et cultures des travailleurs de l'industrie) (CEDEC, São Paulo, 1984-1987).	519
■ PROJET ORSTOM/CNPq : coûts sociaux et économiques des politiques alimentaires. Changements dans les comportements économiques et familiaux des femmes de la grande São Paulo (CEBRAP, São Paulo, 1987-1991).	527
■ PROJET ORSTOM/CNPq : travail, travailleurs et reproduction sociale dans la construction civile à João Pessoa (Paraíba) : histoire et tendances actuelles (UFPb, João Pessoa, État de la Paraíba, 1987-1989).	535

■ PROJET ORSTOM/CNPq : projet paysan et «bóias-frias» : vie quotidienne et capacité de négociation dans une expérience de réforme agraire (CEDEC, São paulo, puis INICAMP, Campinas, État de São Paulo, en cours depuis 1988).	539
■ PROJET ORSTOM/CNPq : trajectoire et perspectives d'une professionnalité urbaine : les transporteurs brésiliens (FGV, São Paulo, 1991-1993).	547
■ TABLE DES MATIÈRES	553

ACHEVÉ D'IMPRIMER
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE CHIRAT
42540 ST-JUST-LA-PENDUE
EN SEPTEMBRE 1994
DÉPÔT LÉGAL 1994 N° 9216

ORSTOM Éditions
213, rue La Fayette F-75480 Paris Cedex 10
Diffusion
72, route d'Aulnay F-93143 Bondy Cedex
ISBN : 2-7099-1209-0