

O.R.S.T.O.M.
Bondy

RAPPORT DE MISSION EN AMERIQUE DU SUD

=====

P. SEGALEN

- Du 9 novembre au 15 décembre 1973 -

CHRONOLOGIE SUCCINTE

=====

1. du 9 novembre au 15 novembre : Salvador (Brésil)
2. du 15 novembre au 5 décembre : Montevideo (Uruguay)
3. du 5 décembre au 11 décembre : Sao Paulo (Brésil)
4. du 11 décembre au 14 décembre : Caracas (Vénézuéla)
5. Retour à Paris le 15 décembre 1973.

I - Séjours au BRESIL

Deux brefs séjours, l'un à Salvador, l'autre à Sao Paulo, répondant à deux objectifs très différents.

1. à Salvador

Déroulement chronologique :

Arrivée à Salvador le 10 au soir, tournée sur le terrain les 11 et 12 novembre, discussion à Salvador les 13 et 14 novembre, départ de Salvador pour Montévidéo le 15 novembre.

Personnes rencontrées :

Mme Yeda FERREIRA, Directrice de Géosciences

Mme Adélaïde MUSSI-SANTOS, chef département O 1

Mme Térésa CARDOSO, coordinatrice des études

Mme Célia MOTTI,

MM. Joaquin OLIVEIRA, LUSSEDINO, Paixo RIBEIRO,
FLEXOR.

MM. VOLKOFF, RICHE, BOYER, MOUREAUX de l'ORSTOM

Mon action, pendant ce court laps de temps, s'est exercée dans trois secteurs : tournée sur le terrain ; examen avec VOLKOFF et RICHE des recherches entreprises ; examen avec les Orstomiens et brésiliens du programme de travail pour l'année à venir.

../...

a) Tournée sur le terrain

Tout d'abord, la tournée se déroulant samedi et dimanche, plusieurs défections dans les rangs des Brésiliens ; seuls participent Mme CARDOSO et M. et Mme MOTTI et, bien entendu, l'équipe de l'ORSTOM au complet.

Le premier problème, non pédologique mais important, est celui du climat. L'élévation très graduelle et peu brutale du relief est insuffisante à expliquer la diminution très nette de la pluviométrie qui diminue de 1 800 mm à 6 - 800 mm en une distance très faible (alors que plus au sud, à Sao Paulo, une falaise de 800 m, très abrupte, ne se traduit pas par une diminution du même genre). Les précipitations deviennent très irrégulières.

Les sols sont variés, mais sans relation directe avec le climat actuel. Des sols ferrallitiques sont observés en divers points. Des fosses classiques, même profondes, ne peuvent donner qu'une idée très insuffisante des profils. Par contre, près de Senhor de Bonfim, une tranchée routière en donne la totalité, montrant des analogies frappantes avec des sols du Gabon. Ailleurs, des sols brunifiés, des sols fersiallitiques ont été observés. Des solonetz existent mais n'ont pu être examinés. Malgré le peu de sols observés, on s'aperçoit tout de suite de l'importance des variations, sans doute récentes, des conditions climatiques, des systèmes d'érosion qui ont dégagé certains secteurs et pas d'autres, etc...

VOLKOFF s'efforce de caractériser l'effet du climat actuel sur les sols antérieurement formés. Il ne peut être à mon avis que minime, la ferrallitisation ayant marqué d'une empreinte irréversible la quasi totalité des caractéristiques. Les sols brunifiés et fersiallitiques (lessivés ou non), dérivés de roches mères variées (roches cristallines ou sédimentaires), paraissent mieux refléter les conditions d'une pédogénèse en rapport avec le climat actuel.

Mme C. MOTTI étudiera plus spécialement les sols brunifiés.

Des sols fersiallitiques sur calcaire ont été observés près de Euclides da Cunha. Il s'agit d'un calcaire dur du précambien présentant des dissolutions en poches avec pellicules blanches de décollement. RICHE est chargé d'étudier ces sols.

b) Examen des travaux effectués et à faire

VOLKOFF a eu à accomplir un travail considérable et faire véritablement démarrer la pédologie avec SIEFFERMANN et BOYER. La mise en route du laboratoire a posé de très sérieux problèmes et demandé une vigilance de tous les instants.

Il a pu néanmoins étudier l'ensemble des sols de l'état de Bahia et, en particulier, les sols ferrallitiques. Il doit maintenant songer à mettre au net ses observations et produire deux types de documents. Le premier est une esquisse des sols de l'état de Bahia à l'échelle de 1/5 000 000 avec notice explicative. La conception française des sols est suffisamment différente de celle des Brésiliens (fortement marqués par la classification américaine) pour qu'il n'y ait pas de double emploi avec la carte générale des sols préparée pour leur pays par les Brésiliens. Il appartiendra à VOLKOFF de mettre l'accent sur les concepts qui prévalent chez les Français. Ce travail devrait être prêt pour début 1975.

Par ailleurs, il a étudié en détail plusieurs profils de sols ferrallitiques et devra en faire une présentation sous forme d'article pour la fin de 1974.

RICHE, arrivé depuis peu à Salvador, a reçu la tâche - outre l'enseignement de la physique des sols - d'étudier les sols dérivés de roches calcaires, dans l'état de Bahia. Il devra faire une première approximation pour fin 1974.

Mme Célia MOTTI entreprendra l'étude des sols brunifiés (différenciation morphologique, propriétés physiques, chimiques et minéralogiques).

Il est souhaitable que BOYER puisse mettre sur pied un programme avec un Brésilien dont il guiderait les travaux dans le domaine de la fertilité des sols (acide phosphorique, par exemple). Le faible développement du laboratoire ne l'a pas encore permis.

MOUREAUX, dans le domaine de la géomicrobiologie, supervise le travail de deux Brésiliennes.

Les travaux de recherche entrepris par les pédologues ORSTOM vont donc déboucher sur des résultats concrets. Des échéances ont été fixées qui doivent pouvoir être tenues. Les scientifiques brésiliens de Bahia et, surtout, du reste du Brésil, pourront juger des résultats des travaux entrepris. Il est particulièrement important qu'ils soient réussis.

Des contacts ont été pris avec M. FLEXOR qui est tout disposé à mettre en oeuvre son matériel pour l'étude de la matière organique, de la genèse des podzols, de la genèse des sols calcaires, de l'altération des roches. Aucune note ou convention n'apparaît nécessaire. FLEXOR se déclare prêt à étudier tous les projets qui lui seraient présentés.

c) Poursuite des travaux d'enseignement dans le cadre de l'Université Fédérale

Le programme des enseignements pour la prochaine année universitaire 1974 - début 1975 ainsi que divers travaux de recherches ont été discutés avec les autorités brésiliennes. Ce programme vous a déjà été communiqué par VOLKOFF. L'examen de ce document fait apparaître :

- 1) qu'il n'y a pas de professeur pour le cours de chimie des sols (45 heures entre le 15 mai et le 30 juin) ;
- 2) qu'un professeur devra être désigné également pour le cours sur la matière organique (30 heures entre le 15 octobre et le 30 novembre) ;
- 3) le séjour de M. PINTA en mars est souhaité ;
- 4) le problème le plus grave est celui de l'absence d'un chimiste pour lancer et tenir le laboratoire. VOLKOFF a en fait assuré cette fonction qu'il lui est difficile de tenir toute l'année. Un chimiste qui pourrait effectuer un cours

résoudrait partiellement les problèmes précédents.

Observations générales

- a) L'impression d'ensemble que donne l'équipe ORSTOM de Salvador est excellente. Les deux chercheurs permanents et les deux temporaires constituaient, au moment de mon passage, une équipe cohérente, très attachée à son travail. VOLKOFF, après SIEFFERMANN et avec BOYER, est l'animateur reconnu de ses collègues et des Brésiliens. Il en assume, de fait, la direction. Il est normal qu'une équipe dont les effectifs, permanents ou temporaires, sont appelés à se développer, ait un responsable reconnu. RICHE, arrivé depuis peu, a pris ses nouvelles tâches avec efficacité. Il est parfaitement intégré à l'équipe et en est déjà un excellent élément.
- Il est dommage que l'état de santé précaire de BOYER ne lui permette pas un séjour plus long à Salvador.
- MOUREAUX, s'il était remplacé à Bondy, pourrait également donner efficacement son temps à l'UFBA.
- b) Les Brésiliens paraissent difficile à lancer, en pédologie. Les deux chercheurs, Joaquin OLIVEIRA et Lussedino RIBEIRO "décollent" difficilement. Il n'a pas été possible de trouver encore un chimiste brésilien "responsable" qui ait une autorité suffisante sur ses collègues.
- Par contre, Celia MOTTI et les deux microbiologistes paraissent bien travailler.

2. A Sao Paulo

Déroulement :

Arrivée à Sao Paulo le 5 décembre 1973 au soir ;

6 décembre à Sao Paulo, 7 décembre au matin sur le terrain, soir à Campinas ;

8 décembre au matin à Piracicaba, le soir sur le terrain à

Riberao Preto ; 9 matin terrain, le soir retour à Sao Paulo ;

le 10, Sao Paulo ; le 11, départ pour Caracas.

Personnes rencontrées :

M. le Professeur Josué Camargo MENDES, actuel Directeur de l'Institut de Géosciences,

M. le Professeur Settembrino PETRI, futur Directeur de l'Institut de Géosciences,

M. José Queiroz NETTO, Professeur de géomorphologie et pédologie à l'Institut de Géographie et Histoire de l'Université de Sao Paulo,

Divers chercheurs de l'Institut de Géosciences,

Le représentant de M. BEAULIEU, attaché culturel français à Sao Paulo,

MM. BERNAT et MARTIN, géologues de l' ORSTOM.

a) L'objectif essentiel de mon arrêt à Sao Paulo était de voir avec le directeur de Géosciences les possibilités d'étendre la convention Géosciences - ORSTOM à la Pédologie, et de voir dans quelle mesure le projet de programme prévu pour un pédologue pouvait s'appliquer, enfin de prendre des contacts avec les pédologues locaux.

- Rencontres avec le directeur de Géosciences; le Professeur J. Camargo MENDES m'a reçu dès mon arrivée. Il a été extrêmement cordial mais, sans s'opposer à l'extension proposée et qui est prévue dans la convention, a fait deux réserves importantes :

- . la convention déjà entrée en application, en géologie, n'est pas signée officiellement. Il est souhaité qu'elle le soit avant de lui donner une nouvelle dimension ;
- . le Professeur Josué Camargo MENDES est directeur de Géosciences pendant 4 ans et son mandat se termine en février 1974. Il lui semble qu'une décision concernant notre projet doit être prise par son successeur, qui est connu, le Professeur Settembrino PETRI.

Je n'ai pu voir celui-ci immédiatement mais seulement le lundi 10. Il a été immédiatement favorable au projet. Une nouvelle réunion avec MM. Camargo MENDES et Settembrino PETRI a donné pour conclusion : accord de principe pour l'extension de la convention, dès la signature de celle-ci.

Au cours de la visite au service culturel français, on m'a appris que le document était parti à l'Ambassade de France à Brasilia depuis le début novembre et qu'il devait être en France maintenant. La signature pourrait donc intervenir dans un avenir proche.

Un projet de travail conjoint Géologie - Pédologie avait déjà été préparé par G. SIEFFERMANN et A. MELFI. Il prévoyait l'étude de trois régions où affleurent trois roches différentes : à Franca, des grès ; à Riberao Preto, des basaltes ; à San Joao de Boa Vista, le socle métamorphique.

J'ai pu faire une tournée à Riberao Preto avec Queiroz NETTO d'une part, et avec les pédologues de la station agronomique de Campinas et, en particulier, avec Adilson Carvalho qui avait effectué un travail de thèse dans cette région. Un examen des divers sols de cette région montre immédiatement que les "terra roxa estruturada" occupent une position particulière dans le paysage : ils sont toujours en contrebas des escarpements des plateaux basaltiques. Par ailleurs, beaucoup de sols contiennent des "stone line" constitués de matériaux siliceux.

Il n'a pas été possible de visiter les autres sites envisagés situés à des distances trop grandes. L'examen du premier site a montré l'intérêt qu'il y avait à étudier la formation des sols sous le triple point de vue de l'altération (géologie), de la pédogénèse et de la géomorphologie. Une véritable opération multidisciplinaire est ici certainement possible qui associerait l'ORSTOM et l'Université de Sao Paulo (Géosciences et Institut de Géographie).

b) Autres visites

J'ai pu rendre visite à la station agronomique de Campinas à la section de pédologie. Celle-ci se consacre à la cartographie des sols au 1/100 000 de l'état de Sao Paulo et travaille dans les environs mêmes de Campinas. Joao Bertholdo de OLIVEIRA, ancien élève de l'ORSTOM, travaille à cette cartographie et vient (en 1972) de soutenir une thèse de docteur en Agronomie sur des problèmes soulevés par la cartographie des sols de cette région.

Le service paraît bien équipé en matériel pour appuyer la cartographie : laboratoire de chimie et de minéralogie (diffractomètre de rayons X, analyse thermique différentielle) ; les problèmes de fertilité (acide phosphorique, oligo-éléments) sont également étudiés.

J'ai rendu également visite à l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Piracicaba, la plus ancienne du Brésil et plus spécialement au Professeur Guido RANZANI, Directeur du Centre d'Etudes des Sols. Il est apparu particulièrement intéressé par les activités de l'ORSTOM et a déclaré son désir de collaborer avec cet Office avec lequel il prendra contact en 1974.

II - Séjour en URUGUAY

Déroulement de la mission :

Arrivée le 15 novembre en provenance de Salvador (Brésil) ; accueil par Mlle LAFAGE, attaché culturel et de coopération technique ; par M. DURAN, directeur des Sols et Engrais au Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, MM. SACCO et ECHEVERRIA, pédologues uruguayens, et M. BAK, coopérant.

.../...

Le 16, visite du Laboratoire des Sols et de ses annexes, visite à l'Ambassade de France en Uruguay. Présentation à M. MARTIAL, Attaché culturel.

Du 19 au 23 novembre : exposés détaillés sur les différents sujets proposés par le Service des Sols et Engrais. Discussions avec les chercheurs et techniciens uruguayens.

Du 26 au 30 novembre : tournée sur le terrain avec M. DURAN et 6 pédologues uruguayens. Un tour complet du pays et un examen des principaux sols ont été effectués. De nombreuses discussions ont eu lieu devant chaque profil.

Du 3 au 5 décembre : exposés devant le personnel du Service sur les sujets suivants :

"Rôle et importance du fer et de l'aluminium dans les sols"

"Importance de l'altération en pédogénèse".

Discussion de clôture avec M. DURAN.

Présentation à M. FRANCAIS, Ambassadeur en Uruguay de retour de Paris.

Le 5 décembre, départ de MONTEVIDEO pour SAO PAULO.

Impressions générales

Il est impossible, en arrivant d'Uruguay, de ne pas faire référence à la situation politique du pays.

- a) Il y a quelques mois, les militaires ont pris de fait le pouvoir, tout en laissant en place le Président, M. BORDABERRY, et en suspendant le parlement.
- b) Peu de temps avant mon arrivée, toutes les universités ont été fermées, 120 doyens et professeurs arrêtés. La Faculté d'Agronomie, avec laquelle la Direction des Sols et Engrais avait d'étroites relations et où se trouvait une partie des laboratoires, a été également fermée et se trouve inaccessible.
- c) Le programme d'Etude et Levé des Sols (P.E.L.S.) avec lequel l'ORSTOM avait d'étroits rapports, a été remplacé par la

.. / ...

Direction des Sols et Engrais. Le chef du programme, M. LOPEZ TABORDA, a été démis de ses fonctions et affecté à un programme de développement de la zone de La Laguna Mérid, près de la frontière avec le Brésil. Un tiers environ du personnel du P. E. L. S. a été licencié. Un nouveau Directeur, M. DURAN, a été nommé.

M. DURAN a 38 ans, s'exprime parfaitement en français, a été formé à Gand (Prof. TAVERNIER et SYS) ; il avait visité longuement les S. S. C. où j'avais fait sa connaissance. Il a été très bien accepté par ses collègues avec lesquels le lient des relations amicales. Il fait tous ses efforts pour rendre normale une situation particulièrement tendue.

Sur le plan général, l'Uruguay traverse à l'évidence des moments difficiles dus à une situation économique dont on voit mal quels sont les remèdes envisagés officiellement pour la surmonter. La monnaie nationale est en dépréciation permanente et très rapide. Le pays est entre les mains de très grands propriétaires se livrant à un élevage de type "Far West" sur des espaces considérables. Alors que les sols sont, pour beaucoup d'entre eux, d'une qualité exceptionnelle, l'agriculture ne fait pas l'objet de tous les soins qu'elle mérite. Beaucoup de cultures pourraient être développées, avec des rendements bien supérieurs aux actuels. Le pays subit actuellement une crise que je crois due à sa petite taille, ses ressources propres limitées (on parle de pétrole sous le Rio de la Plata, mais ce n'est qu'un espoir) et au fait qu'il n'a pas su et pu modifier à temps des activités pastorales et agricoles.

C'est dans ce contexte que j'ai effectué cette mission en Uruguay.

Le laboratoire des sols

Le laboratoire des sols est confié à un ingénieur-chimiste, M. Ruben DOTTI ; il a pris ses fonctions il y a quelques mois. Il est assisté de deux chimistes, MM. A. TEIXEIRA et G. SPANGENBERG, et de 10 techniciens. Divers ingénieurs venus de la Faculté d'Agronomie travaillent également au laboratoire.

Ce laboratoire a pour tâches d'effectuer les analyses sur les échantillons de sols ramenés par les équipes de prospection, contrôler les engrais entrant dans le pays avant leur mise en vente, analyser des échantillons de feuilles.

Ce laboratoire m'est apparu être équipé correctement pour faire face à ses tâches actuelles (matériel américain, payé par crédits U.S. AID). Ce matériel est abondant et bien entretenu (balances, étuves, fours, pH mètres, photomètres de flamme). Le petit matériel est difficile à obtenir et est procuré par l'intermédiaire d'appels d'offres interminables.

L'appareillage moderne (tels que diffractomètre, spectromètres pour absorption atomique, spectrographes, etc...) manque totalement. Un diffractomètre existe bien à l'Université, mais il est difficilement accessible. Un équipement pour la fabrication de lames pour études de micromorphologie a été commandé aux crédits français. Il devra être complété par un microscope.

Quelques améliorations me sont apparu faciles à réaliser sans difficultés majeures :

- a) suppression des analyses en double. Celles-ci sont effectuées systématiquement sur beaucoup de déterminations. Cette pratique devrait être peu à peu supprimée. Elle permettrait de dégager du temps et des crédits pour d'autres travaux ;
- b) amélioration des techniques : le laboratoire fait preuve, dans ce domaine, d'un certain conservatisme et continue à pratiquer des techniques anciennes sans chercher à les moderniser (le dosage de l'azote se fait encore sur de gros échantillons et sans sélénium). On se réfère à quelques ouvrages de base, comme ceux de Jackson ou de Black, sans trop se préoccuper de savoir s'il n'y a rien de mieux et si la méthode utilisée convient bien aux sols étudiés. Cette référence sans contrôle à

../...

une autorité, aussi valable soit-elle, me paraît avoir deux causes : une certaine ignorance de l'extrême complexité des sols et une accessibilité difficile aux bibliothèques. Ici encore, la fermeture des universités est une gêne qu'on souhaite passagère. Mais les revues sont peu nombreuses et dispersées (en particulier, dans un centre de recherche à Estanzuela à plus de 200 km de la capitale).

c) regroupement du laboratoire de physique des sols. Le laboratoire d'analyse mécanique est actuellement à la Faculté et devra être installé auprès du laboratoire de chimie. Un atelier de préparation des échantillons devra aussi être installé. Tel qu'il existe, ce laboratoire m'est apparu correctement équipé, suffisant pour les travaux qui sont les siens actuellement. Son état d'équipement est celui qu'avait un bon laboratoire Outre-mer de l'ORSTOM vers 1960. Son rendement individuel est faible ; celui-ci peut être facilement amélioré en vue de dégager des moyens pour de nouvelles recherches :

1. Physique du sol. Actuellement, un coopérant, M. BAK, effectue des mesures de perméabilité et instabilité structurales. Ces mesures sont particulièrement importantes et devront être complétées par des mesures de teneur en eau à différentes tensions. Le matériel existe à l'Université.
2. La matière organique est particulièrement importante dans divers sols d'Uruguay et pratiquement rien n'a été fait encore sur les constituants organiques. Les techniques existent et ne nécessitent pas de matériel particulier.
3. La micromorphologie : les sols d'Uruguay présentent des horizons d'accumulation d'argile particulièrement évidents, des horizons blanchis non moins importants. Une étude micromorphologique est sûre d'apporter des informations scientifiques d'un grand intérêt.
4. La détermination des minéraux argileux apparaît difficile à résoudre en Uruguay. Peu de déterminations sont en fin

../...

de compte nécessaires pour connaître les principaux sols du pays (50 échantillons environ). Ici, le laboratoire de Bondy peut aider sans difficulté l'Uruguay. La détermination des minéraux et leur localisation dans les grandes catégories de sol peuvent faire l'objet de publication commune : Service des Sols Uruguay - ORSTOM.

Tous ces sujets ont fait l'objet d'exposés de ma part, suivis de discussions avec les chercheurs et techniciens intéressés. Une abondante documentation, provenant des laboratoires de Bondy, des photocopies d'articles essentiels, des tirés à part ont été laissés à Montévidéo.

Les chercheurs sont occupés essentiellement à des travaux de cartographie. Le territoire est divisé en secteurs, à la tête desquels est placé un chercheur qui oriente son travail après une étude détaillée des photographies aériennes. Deux d'entre eux, MM. ECHEVERRIA et SACCO, ont été formés par l' ORSTOM. Ils ont été sollicités pour de très nombreuses tâches annexes, et tout spécialement pour l'établissement d'une carte destinée à l'assiette de l'impôt foncier. Depuis près de six mois, peu de personnes ont pu travailler sans penser à la situation politique. Certains laboratoires ne sont plus accessibles. Toutes ces raisons ont contribué au retard mis à remettre le rapport qu'ils devaient rédiger après un travail sur le terrain. J'ai demandé à M. DURAN et aux intéressés de toute faire pour que ce document soit achevé et remis dans les meilleurs délais. Pâques m'a été présenté comme la date à laquelle ces documents seraient remis. Je souhaite que les motifs invoqués seront pris en considération et que le délai de grâce que je sollicite pour eux sera accordé.

M. DURAN m'a fait part de son souhait de voir trois de ses chercheurs recevoir un complément de formation en France. Il s'agit de MM. Jacobo PINEYRUA, Ruben PUENTES et Ricardo CAYSSIALS. Je ne connais pas le premier nommé; le second a participé à la tournée sur le terrain; le troisième travaille sur des problèmes de fer au laboratoire. Les deux derniers m'ont paru, à leur manière, tout

à fait valables et susceptibles de recevoir valablement le complément de formation souhaité : un document annexe donne le détail de la formation envisagée. Le service culturel de l'Ambassade de France ne peut accorder plus de deux bourses ; la direction des sols ne peut, de son côté, laisser partir trois chercheurs ensemble. Les départs envisagés seront donc échelonnés.

Les sols

Une tournée de cinq jours par Montévidéo, Trinidad, Paysandu, Rivera, Tacuarembó, Melo, Treinta y Tres, Chuy, Rocha et Montévidéo m'a permis de voir, je crois, l'essentiel des sols uruguayens. Sous la conduite de M. DURAN, un choix judicieux de profils m'a été présenté. M. DURAN a fait preuve d'une très bonne connaissance des sols de son pays.

L'Uruguay constitue la terminaison Sud du bloc brésilien dont il a certaines caractéristiques : soubassement précambrien, roches sédimentaires d'origine continentale, et surtout la terminaison de la coulée basaltique du Parana (1/5 du territoire). Il faut ajouter vers le Sud des sédiments quaternaires (lodolita) ressemblant à certains produits superficiels qu'on peut voir en Europe et Amérique du Nord. La végétation est presque entièrement graminéenne (la Pradera). Même si elle date de plusieurs siècles, elle est à mon avis entièrement artificielle et due à l'homme destructeur d'une végétation arborée qu'on peut voir tout de même de place en place. Le climat est typiquement subtropical avec une période chaude et humide, et une période fraîche et humide. Il n'y a pas de véritable période sèche. On ignore le temps pendant lequel s'est exercée la pédogénèse sur l'ensemble du pays. Il a dû être relativement court dans le Sud, sûrement plus long dans le Nord. On ignore également par quoi se sont traduites les oscillations climatiques qui ont dû concerner ici comme ailleurs la fin du Tertiaire et le Quaternaire.

Un certain nombre de processus pédogénétiques sont très frappants en Uruguay :

a) L'accumulation de la matière organique est particulièrement

visible. Elle se traduit par des horizons noirs profonds où les teneurs de 6 - 8 % sont courantes. Les vertisols sont aussi riches que les autres sols et certains atteignent 10 % de matière organique.

- b) le lessivage de la fraction argile prend des proportions importantes. La différence entre horizons lessivé et d'accumulation est telle que le terme de "planosol" est souvent utilisé.
- c) le blanchiment de certains horizons A (A2 et même A1) est tel que le processus de ferrolyse a été invoqué pour l'expliquer.
- d) l'individulaisation des sesquioxides de fer est courant dans le Nord du pays. Jamais il n'atteint le stade concrétionné.
- e) les stone-line sont présents mais, en dépit d'efforts faits pour les retrouver, n'apparaissent pas très fréquents.

D'une manière générale, les profils étaient bien décrits et analysés. Mais, ni les minéraux argileux, ni le fer libre n'étaient déterminés. Dans certains profils, ces éléments n'ont pu être que déduits d'autres données analytiques.

La classification des sols en usage en Uruguay est ancienne. Elle fait référence à la prairie (pradera negra ou pradera roja), à certains caractères de la morphologie Planosol, solonets, etc...

Dans la classification française, les sols observés sont des Brunisols, sols bruns lessivés, sols bruns non lessivés, vertisols, sols à différenciation calcaire, sols fersiallitiques lessivés.

Le blanchiment qui affecte certains sols lessivés paraît concerner aussi le sommet de vertisols. Il y a là, me semble-t-il, un sujet de recherches particulièrement intéressant.

En dépit d'une richesse en éléments nutritifs et en matière organique particulièrement élevée (à l'exception des sols sur grès), l'élevage se voit consacrer les plus grands espaces (un boeuf pour deux hectares). Cet élevage ne nécessite qu'un minimum d'investissements et de personnel. Il a pu donner au pays une aisance jusqu'aux années de l'immédiat après-guerre. Ce n'est plus le cas maintenant.

L'agriculture mériterait un développement plus grand. Certes, les vertisols occupent de très vastes surfaces et ne sont pas aisés à travailler. Beaucoup de cultures se traduisent par de faibles rendements (blé : moins de 10 qx/ha, maïs : 5-8 qx/ha, pommes de terre : 4,8 t/ha, etc...). Par contre, la betterave à sucre, les citrus, paraissent de bon rapport. Mais, c'est par-dessus tout le riz qui est le plus prometteur. Avec 3 à 4 t/ha, les rendements sont nettement plus élevés que sous les Tropiques; avec 2 à 300 000 ha de terrains plats et irrigables, l'Uruguay pourrait trouver là une excellente culture d'exportation. Actuellement, la zone de La Laguna Merin est certainement la plus immédiatement intéressante du pays.

Rapports avec l'Ambassade de France

Ces rapports ont toujours été excellents. M. MARTIAL, conseiller culturel, et Mlle LA FAGE, attachée de coopération scientifique et culturelle, ont vraiment tout fait pour rendre mon séjour agréable en dehors des heures consacrées au service des Sols. En contrepartie, leur curiosité sur le service ^{des sols} n'a jamais cessé d'être en éveil.

Conclusion s

L'Uruguay est un petit pays (287 000 km², 3 000 000 hab.). Il est en proie à un malaise politique résultant de difficultés économiques héritées d'orientations venues d'un lointain passé.

Le service des Sols est un organisme valable, avec des gens consciencieux, faisant leur travail de leur mieux. Celui-ci est certes améliorable et diversifiable. Mais il leur faut une aide matérielle importante (U.S.A.) et intellectuelle (France - F.A.O.). Il arrivera certes, dans quelques années, à faire une bonne carte des sols appuyée sur des données analytiques valables.

III - Séjour au Vénézuéla

Arrivée le mardi 11, départ le vendredi 14 au soir.

Personnalités rencontrées : M. VELASCO, Directeur Général des Ressources Hydrauliques, M. Urriola MUÑOZ, Directeur de l'Information de base, M. Richard SCHARGEL, Chef de la Division de Pédologie, M. Rafael GONZALES, chargé du projet Amazone au Ministère des Travaux Publics (M.O.P.), M. GEYRE, Conseiller Culturel et de Coopération Technique, M. NOUGUEREDÉ, son adjoint.

Le but de ma visite à Caracas était de voir où en était le projet de collaboration entre l'ORSTOM et le M.O.P. au sujet de la prospection du Territoire de l'Amazone.

a) M.O.P. : deux réunions ont eu lieu au Ministère dès mon arrivée. Le projet initial est apparu singulièrement augmenté, puisqu'il concerne maintenant, non seulement le Territoire de l'Amazone, mais encore l'état de Bolivar, soit presque tout le territoire vénézuélien situé au Sud de l'Orénoque. Ce n'était plus un pédologue qui était souhaité, mais deux, pour une durée de 1 à 3 ans.

Le (ou les) pédologue souhaité doit être assez jeune et doit avoir une certaine expérience de la prospection pédologique en forêt dense. Il doit connaître évidemment très bien les sols ferrallitiques. Sa présence est souhaitée fin 1974. Le rôle du pédologue doit être essentiellement formateur pour initier les Vénézuéliens à un travail qu'ils ne connaissent pas ou insuffisamment.

Il est souhaité également qu'un pédologue plus ancien puisse venir en août ou septembre 1974 étudier avec les Vénézuéliens, en fonction de toute la documentation recueillie (photographies de toutes sortes, dont par satellite), des premières reconnaissances au sol. Cet expert mettra au point, avec les Vénézuéliens, une méthode de travail et fixera les zones à cartographier, les échelles, etc. ...

Cet expert devra revenir chaque année pour suivre les travaux de l'équipe.

Le M.O.P. envisage de créer dans quelques années après le début de la prospection, un centre de recherches qui se consacrera à l'étude de cette zone Amazone - Bolivar. Il serait heureux si l' ORSTOM pouvait aider à la mise sur pied de ce centre. Le M.O.P. souhaite également que l' ORSTOM puisse participer à l'enseignement du cours de postgradués "Développement des ressources hydrauliques" à l'Université des Andes à Mérida. Vers 1975, cette Université - actuellement sous fonctionnement mixte O.E.A. - Vénézuéla - sera entièrement à la charge du Vénézuéla.

- b) M. GEYRE a bien envoyé une demande auprès du département, conformément à la correspondance reçue à l' ORSTOM. Aucune réponse n'est parvenue encore de Paris. Ma visite semble bien avoir montré le grand intérêt que les Vénézuéliens prenaient à l'opération envisagée. Il s'est déclaré prêt à recevoir les Vénézuéliens qui doivent lui faire une visite officielle dans les jours qui viennent. J'ai remis à M. GEYRE une note contenant l'essentiel des informations recueillies au M.O.P. Il s'est engagé à relancer l'affaire auprès du département et pense que l'opération pourra aboutir.

Il estime que dans le courant de l'année, l' ORSTOM pourra signer une convention avec le M.O.P.

Conclusions : l'opération Amazone prend une ampleur plus grande que prévue initialement. Le courant qui n'était pas établi entre le M.O.P. et le Conseiller Culturel va vraisemblablement passer et les espoirs d'aboutir se précisent.

Les conclusions générales qu'on peut tirer de cette mission en Amérique Latine peuvent être présentées sommairement de la manière suivante :

1. Salvador (Bahia), Brésil

Excellente impression fournie par l'équipe ORSTOM opérant dans le cadre de l' U. F. Ba.

L'équipe ORSTOM gagnerait à être renforcée par un chimiste (laboratoire et cours).

2. Sao Paulo, Brésil

- Avis favorable pour l'extension de la convention à la pédologie, mais :

a) pas encore de signature de la convention

b) changement prochain du directeur de Géosciences

c) le programme envisagé devrait donner lieu à une opération interdisciplinaire.

- Souhait de collaboration avec l' ORSTOM du Centre d'Etude des sols de l'Ecole d'Agronomie de Piracicaba.

3. Montévidéo, Uruguay

Mon séjour s'est déroulé dans les meilleures conditions, malgré une situation politique tendue.

4. Caracas, Vénézuéla

Les besoins des Vénézuéliens pour le projet Amazone se sont accrûs, mais la demande de collaboration se confirme.

Le Conseiller culturel de l'Ambassade de France va relancer l'affaire auprès du ministère, après des contacts avec les Vénézuéliens.

On espère une issue favorable dans le courant de 1974.

Sur un plan très général, je voudrais retenir quelques éléments de ce voyage interaméricain :

a) les anciens élèves de l' ORSTOM jouent un rôle primordial dans le développement de l'action de l' ORSTOM en Amérique Latine

.../...

(R. GONZALES à Caracas, J. Querioz NETO à Sao Paulo, par exemple).

- b) Travailler en Amérique implique des relations très étroites avec les ambassades, donc avec les Affaires Etrangères. Mais cela exposé à des lenteurs que nos interlocuteurs américains s'étonneront de voir, dues à des relations entre services français.
- c) Un développement à moyen ou long terme de l'action de l' ORSTOM en Amérique Latine implique l'acceptation de tâches très variées à court terme. Mais il est essentiel que l' ORSTOM puisse apporter aux Latino-Américains autre chose que ce qu'ils ont déjà, ou que ce qu'ils peuvent avoir chez les Nord-Américains. Il faut donc que le Comité Technique de Pédologie mette sur pied une philosophie de son action en Amérique Latine. Je vous propose de préparer pour ce Comité un document qui pourra être lu et discuté par les membres.

PROJET D' ETUDE DES SOLS DE LE REGION AU SUD DE

L' ORENOQUE

1. Nature particulière de l'opération

Prévue initialement pour le seul territoire de l'Amazone, l'opération concerne maintenant également l'état de Bolivar.

C'est une région quasi-vide d'habitants, couverte de forêt dense, avec de rares clairières, occupée souvent par des marais. Le relief est très varié : il dépasse parfois 2 000 m ; une zone très vaste a une altitude comprise entre 800 et 1 200 m, dont le relief est particulièrement tourmenté. Vers le Sud, la topographie est au contraire très plane.

Les voies de pénétration, autres que le fleuve et ses affluents, sont très rares : une route à l'Est est achevée ; une autre à l'Ouest est en construction.

2. Pourquoi le recours à l' ORSTOM ?

Cet Office a déjà travaillé en Afrique dans des zones où le climat est assez comparable, où la forêt est également dense, où les roches et les sols doivent avoir certains points communs avec ceux du Bouclier Guyanais.

En effet, ainsi que j'ai pu le voir l'an dernier, les sols sont ferrallitiques, riches en concrétions, partiellement cuirassés. Un pédologue ORSTOM ayant une certaine expérience de l'Afrique Equatoriale (au sens climatique du terme), paraît donc pouvoir rendre des services aux Vénézuéliens dans le domaine de la connaissance des sols et dans la technique de la prospection en forêt dense.

Le Directeur Général de l' ORSTOM avait donné l'an dernier son accord à l'envoi d'un pédologue ; je ne puis répondre qu'il le donnera pour deux, ainsi que le demandent maintenant les Vénézuéliens.

.../...

3. Apports des Vénézuéliens

- a) Infrastructure : le M.O.P. et organismes annexes (CODESUR, etc.) disposent : de postes, installés en différentes localités, avec pistes d'atterrissage, de réserves de carburants, avions, hélicoptères, etc. Les équipes de prospection pourront disposer de ces bases pendant leur temps de travail sur le terrain. Le reste du temps, ils seront fixés à Maracay ou Barcelona.
- b) Documentation cartographique : il n'existe pas de carte régulière . Mais trois types de documents existent :
- la photographie aérienne classique à différentes échelles ;
 - la photographie par radar : elle est prise par avion qui reçoit et enregistre l'écho d'une onde émise de l'avion. Elle donne une très bonne idée du relief et des cours d'eau. Mais elle rend mal la végétation et ne permet pas l'observation stéréoscopique ;
 - la photographie prise de satellite : c'est parait-il la meilleure ; malgré l'échelle 1/4 500 000, les agrandissements sont possibles jusqu'à 1/250 000. La difficulté est d'avoir une couverture dépourvue de nuages. Le satellite passe tous les 18 jours au-dessus de la zone et la photographie. On espère que d'ici quelques mois, il aura pu tout saisir.
- c) Documentation pédologique déjà existante : elle est encore peu importante, de qualité discutable. Diverses sociétés privées ont déjà des sondages. La pédologie m'est apparue insuffisante, la géologie bien meilleure. Le M.O.P. a fait une prospection de reconnaissance ("gran vision") au Sud de Caixara. Elle sera poursuivie vers San Juan de Manampiará..
- d) Apport humain : le M.O.P. s'engage à constituer une équipe de 5 pédologues , dont quatre seront disponibles au début de 1975. Cette promesse devra être fermement tenue. R.A. GONZALES qui sera l'animateur de l'équipe s'y engage. J'aurais souhaité qu'un forestier ou un spécialiste de l'évaluation de la végétation puisse être adjoint à l'équipe. Il ne semble pas qu'il y ait quelqu'un de disponible , du moins dans l'immédiat.

e) Moyens en laboratoire : les laboratoires du M.O.P. effectueront les analyses voulues. La liste que j'ai communiquée à M. GONZALES est à peu près la même que celle qui est en usage ici. Des déterminations spéciales pour la détermination des constituants minéraux nécessiteront l'emploi d'un diffractomètre de rayons X. L'appareil existe à l' I V I C et pourra être rendu disponible.

4. Déroulement envisagé

Pendant le premier semestre 1974, on continuera à rassembler toutes les données disponibles. Une carte dite de "généralisation" au 1/500 000 réunira toutes les informations (sols, forêt, roches) qui auront pu être rassemblées.

On essaiera, au vu de ce document, au cours du 2e semestre 1974 (août ou septembre), d'établir une méthode de travail, de fixer les objectifs à atteindre la première année et les suivantes.

C'est ici qu'un "senior expert" de l' ORSTOM est souhaité (2 à 4 semaines). L'étude des documents et une tournée sur le terrain permettraient de prendre les décisions pour l'avenir.

A partir de fin 1974, pour le début de la saison sèche, commencera une cartographie (1/100 000 ou 1/250 000) dont l'étendue et l'emplacement auront été fixés lors de la venue de l'expert.

5. Le (ou les) pédologues ORSTOM

Devra être déjà formé et avoir une expérience du milieu équatorial. Sa venue est souhaitée pour un minimum d'un an. Il est envisagé que le séjour pourra être prolongé 1 ou 2 fois.

Ce pédologue fera partie de l'équipe GONZALES et aura un rôle formateur dans les deux domaines envisagés (les sols et leur cartographie).

Il sera basé à Maracay ou Barcelona. Il faut prévoir un temps de tra-

../...

vail sur le terrain d'environ 6 mois. Les frais locaux, frais de déplacement (45 à 65 Bs), les transports intérieurs, frais d'hôtel, seront pris en charge par le M.O.P.

Ce (ou ces) pédologue devra être suivi par un ancien qui devra venir le voir chaque année et suivre son travail, le conseiller, etc...

6. Voyage en France de M. GONZALES

Avant la fin de l'opération, M. GONZALES souhaiterait faire un voyage en France afin d'étudier les meilleurs moyens d'utiliser les informations qui auront été recueillies au cours des prospections. Il souhaiterait également prendre des contacts avec les instituts spécialisés français (I R H O, I F A C, I F C C, etc...) qui ont développé divers types de cultures dans des conditions analogues celles du Sud du Vénézuéla. Ce voyage pourrait avoir lieu après 1975.

7. Développement ultérieur de l'opération

Le M.O.P. envisage d'installer, dans quelques années, un Institut de Recherches, dans un point - non encore fixé - de la zone étudiée. Le M.O.P. souhaite que le moment venu, l' ORSTOM puisse collaborer à la mise sur pied de cet Institut.

P.S. L'envoi d'un chimiste pour une mission d'expertise auprès des laboratoires du M.O.P. avait été envisagé, l'an dernier. Celle-ci serait particulièrement utile pour harmoniser les méthodes utilisées pour l'analyse des sols.

STAGES SOUHAITES PAR LA DIRECTION DES SOLS ET ENGRAIS
POUR 3 INGENIEURS URUGUAYENS

1. - Cours basiques de sols et utilisation des statistiques dans la recherche pédologique
- cours basiques de pédologie
 - théorie de l'échantillonnage dans la caractérisation des unités taxonomiques
 - théorie de l'estimation des paramètres
 - modèles statistiques appliqués aux recherches pédologiques
 - méthodes de codification pour le fichage des données de terrain et de laboratoire

2. - Cartographie des sols en vue de l'irrigation - Utilisation des sols irrigués
- propriétés physiques et chimiques des sols en relation avec l'irrigation
 - comportement de l'eau dans le sol. Drainage
 - relations sol - plante - eau (surtout en ce qui concerne : riz, canne à sucre, plantes vivrières)
 - systèmes d'irrigation
 - notions élémentaires de topographie
 - utilisation des photographies aériennes pour la cartographie des sols irrigables

3. - Minéralogie des argiles
- Cours et travaux pratiques
