

# 1944 **Sciences au Sud** 1944

Dictionnaire de 50 années  
de recherche pour le développement

**CRSTOM**

# **Sciences au Sud**

**Dictionnaire de 50 années  
de recherche pour le développement**

### Conception et rédaction

Marie-Lise Sabrié, sous la direction de Pierre Dottelonde (ClioMédia).

### Cellule de validation

Claude Gense (Commission Scientifique Géologie-Géophysique),  
Jacques Cruette,  
Jacques Sircoulon (Hydrologie-Pédologie),  
Emile Marchal (Hydrobiologie-Océanographie),  
Jean-Charles Clément,  
Jean-Louis Guillaumet (Sciences du monde végétal),  
Michel Cot,  
Jean-Pierre Eouzan,  
Jacques Prod'hon (Sciences biologiques et biochimiques appliquées à l'homme),  
Jacques Charmes,  
Claude Robineau (Sciences sociales),  
Jean-Yves Martin (Sciences de l'ingénieur et de la communication),  
Henri Poupon (Commission des activités techniques et administratives),  
Yves Gillon (Secrétariat du conseil scientifique),  
André Schwartz (Service des relations extérieures).

### Coordination

Isaline Buisson,  
Jean-Yves Martin.

### Suivi éditorial

Pascal Renaudineau.

### Recherche iconographique

Claire Lissalde,  
Pascal Renaudineau.

### Conception graphique et réalisation

Tribord Amure.

### Impression

Imprimerie Louis Jean.

*Nous tenons à remercier pour leurs très précieux conseils l'ensemble des chercheurs qui nous ont aidés dans la réalisation de cet ouvrage et tout spécialement l'équipe de la documentation, Emmanuelle Aldebert, Marie-Hélène Perrot et Thérèse Tréfeu.*

## Avant-propos

# Qu'est-ce que la recherche pour le développement ?

**D**epuis 50 ans, la recherche tropicale et, depuis 25 ans, la recherche pour le développement en coopération poursuit son chemin, traversant les révolutions politiques, s'adaptant aux évolutions scientifiques et aux mutations technologiques. Et pourtant, une question demeure, toujours la même : qu'est-ce que la recherche pour le développement ? Sert-elle au développement ? Un demi-siècle d'existence donne à l'Orstom une certaine légitimité pour répondre à cette question. Non pas par un discours, mais par un inventaire : l'inventaire de ce qu'ont fait, produit, trouvé les quelque 5 000 chercheurs qui ont travaillé dans cette maison pendant 50 ans, dans plus de 60 pays répartis d'abord en Afrique et dans le Pacifique, puis en Amérique latine et en Asie.

Telle est l'ambition de ce dictionnaire, fruit d'une collaboration entre les chercheurs de l'Institut et une équipe d'historiens (ClioMédia) choisie pour son expérience dans l'exploration et la restitution du patrimoine culturel des institutions, sous le contrôle des commissions scientifiques de l'Institut qui ont validé ces travaux.

### Connaître

La recherche pour le développement, c'est d'abord connaître les milieux et les écosystèmes, c'est-à-dire l'environnement le plus proche, le plus sensible, le plus concret des sociétés humaines et de leurs activités, qu'elles y vivent ou qu'elles y puisent leurs ressources. Cette recherche exige des observations, des collectes, des mesures sur les climats, les océans, les îles et les lagons, les fleuves et les rivières, les bassins versants, les sols, les plantes, les forêts, les savanes et les déserts, les parasites, les paysages, etc. Elle débouche sur des atlas, des annales hydrologiques, des cartes, des flores, des faunes, produits directement utiles et utilisables pour le développement. Elle a commencé et elle se fait encore souvent avec des outils rustiques, mais elle fait aussi appel maintenant à des instruments hautement sophistiqués, tels que la télédétection, la télétransmission, la cartographie automatique. Elle utilise l'informatique pour l'archivage et le traitement des données.

### Comprendre

D'autres travaux sont nécessaires pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes afin de prévoir leurs réactions, pour savoir les gérer, les exploiter, en particulier en microbiologie, en chimie et en physique des sols. Il s'agit d'une recherche de base, stratégique, qui ne peut être séparée complètement de ses applications,

mais qui s'en distingue parce qu'elle la commande et la conditionne.

Les systèmes de production pratiqués par les populations qui vivent de l'agriculture, de la pêche, de l'aquaculture, de l'agroforesterie, de l'élevage doivent aussi être analysés et compris, si l'on veut pouvoir leur apporter des améliorations techniques et technologiques. Autres systèmes complexes, les maladies tropicales à vecteur, car les insectes dépendent étroitement de l'environnement, donc de l'eau, de la végétation, du climat, de la faune. Il en va de même de la malnutrition, résultat des productions et des habitudes alimentaires autochtones, des systèmes de santé, le plus souvent calqués sur ceux des pays riches, malmenés par la crise économique et financière et dépassés par le retour du paludisme et l'apparition du sida. S'il est admis qu'une découverte ne peut à elle seule provoquer le développement, les interrogations demeurent lancinantes sur la cause et la nature des mutations et des crises qui bouleversent les peuples, les sociétés et les économies de la planète. En particulier celles des pays dits en développement où les mutations sont plus profondes et plus brutales parce qu'elles sont plus exogènes que celles des pays occidentaux ou industrialisés.

Démographie, migrations internationales, croissance des villes, explosion de l'économie non officielle, école, recherche, partis, syndicats, ONG, patrimoine culturel, langues, histoire, archéologie..., il n'est pas possible de faire l'impasse sur ces sujets extrêmement complexes qui conditionnent la vie et la survie de toutes les sociétés, au moins autant que la découverte de tel engrais ou de tel vaccin.

## Valoriser

La recherche pour le développement, c'est aussi une recherche « pour la mise en valeur et le progrès social », disait-on autrefois.

C'est pourquoi, comme toute recherche, la recherche pour le développement doit se préoccuper de son aval, c'est-à-dire de mettre ses résultats à la disposition non seulement de la communauté scientifique et universitaire ou des entreprises privées, mais aussi à la disposition des responsables du développement, hommes politiques, cadres administratifs, responsables financiers, animateurs d'associations.

A côté de l'information scientifique et technique traditionnelle, des publications et des colloques scientifiques dûment authentifiés par des comités de lecture et des conseils scientifiques, et destinés à la communauté scientifique, à côté de la valorisation économique que peuvent assurer les brevets et les contrats avec les entreprises, il faut une valorisation sociale de la recherche scientifique. Son objectif est de mettre à disposition d'un large public des informations sur les travaux en cours et les résultats escomptés, par des publications adaptées, des réunions ciblées, des événements de type rencontres-débats, des expositions qui relèvent tout autant de la culture scientifique que des relations publiques. Elle suppose aussi des expertises, individuelles ou collectives, ex-ante ou ex-post, d'aide à la décision.

Des accords spécifiques, comme ceux que l'Orstom a passés avec l'OMS, permettent une valorisation permanente, un « continuum », qui commence dès la conception des programmes, part des travaux fondamentaux pour aller jusqu'à la mise au point de technologies et à leur mise en œuvre sur le terrain. C'est ce qui se fait pour le paludisme, l'onchocercose, la trypanosomiase, pour une farine de sevrage à base de manioc. C'est ainsi que la recherche peut être au service du développement, puisqu'elle intervient pour nourrir les hommes, les soigner, gérer l'environnement, maîtriser les mutations des sociétés et des économies.

## Former et coopérer

Après connaître, comprendre, valoriser, la recherche pour le développement doit former et coopérer. Il est en effet maintenant d'acception courante que les pays en développement ne peuvent pas faire l'économie d'un effort propre de recherche et qu'ils doivent disposer d'une capacité scientifique autochtone, non seulement pour donner leur plein effet aux transferts de technologie, évidemment nécessaires, mais pour répondre à des besoins spécifiques de connaissance qui sont liés à leurs écosystèmes et à leurs sociétés. C'est la recherche conçue non plus seulement comme un moyen, mais comme une condition et un signe du développement. Tout pays en développement se doit ainsi de former des chercheurs, de les maintenir à la recherche dans leur pays, de leur assurer un statut moral et matériel convenable, des institutions adaptées, des équipements et des moyens de travailler. Toute coopération scientifique doit avoir pour objectif d'en faire des partenaires, ce qui suppose qu'ils soient « en relation », grâce à des programmes conjoints, grâce à des appuis spécifiques afin de pouvoir publier mais aussi se documenter, se déplacer, communiquer.

Tous objectifs qui ne peuvent être atteints que par la construction d'un triple partenariat Nord-Sud, Nord-Nord et Sud-Sud, car ce n'est que lorsque les chercheurs du Sud participeront pleinement à la recherche internationale que l'on pourra dire que la science, comme la raison, est universelle. La science tropicale qui devait se défendre d'être exotique et qui a longtemps souffert de ne pouvoir avancer devant la communauté scientifique d'autre justification qu'historique, géographique ou politique – la raison n'est-elle pas universelle ? –, est en mesure, avec le recul du temps et l'acquis de l'expérience, d'avancer que des disciplines, des objets de science, des concepts, des outils sont nés sous les tropiques, qu'ils font partie du capital des connaissances universelles, et qu'ils sont au cœur des problèmes auxquels la planète, qui a découvert sa globalité cinq cents ans après avoir admis sa rotondité, est confrontée aujourd'hui et le sera encore plus demain. Elle peut aussi, sans excès de confiance, avancer que les résultats qu'elle a obtenus depuis un demi-siècle sont considérables. Si le développement n'est pas encore partout au rendez-vous, jamais la recherche n'aura été aussi nécessaire pour répondre aux défis de la prochaine décennie, défi démographique, sanitaire, économique, défis posés par le Sud et qui engagent l'avenir du globe et celui de l'humanité. Puisse ce dictionnaire des Sciences au Sud éclairer ceux qui essaient de comprendre ce qui se passe dans les pays tropicaux et qui aimeraient trouver dans l'aventure des cinquante dernières années de recherche scientifique pour le développement des raisons d'espérer.

Gérard Winter

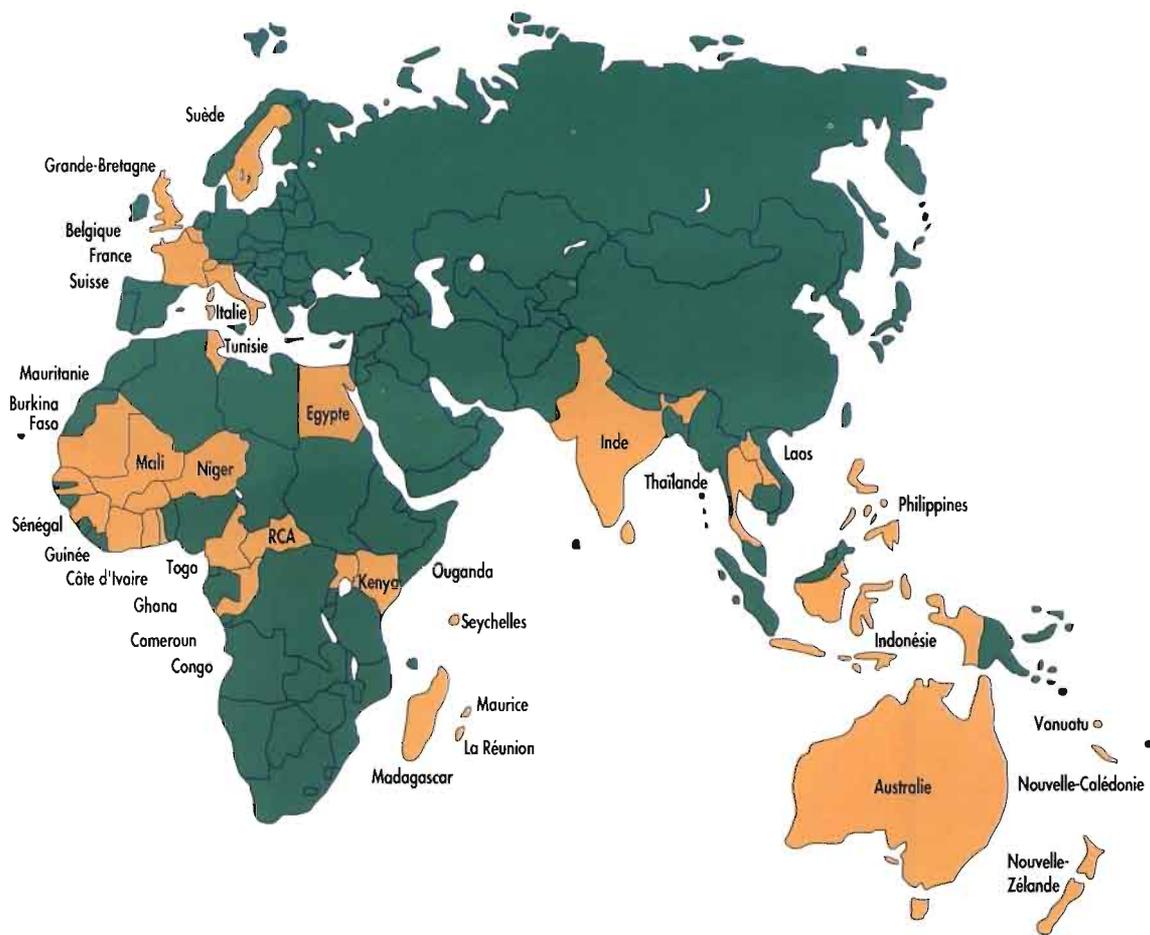


Michel Levallois



# L'Orstom dans le monde





# La démarche de l'Orstom

## ENVIRONNEMENT

Milieux	Ressources	Systèmes
physiques	eau sous-sol sol	océan-atmosphère sol-atmosphère climats risques naturels eau-sol-plantes-atmosphère écosystèmes
biologiques	faune aquatique plantes parasites substances naturelles	maladies parasitaires systèmes de pêche systèmes de production agricole systèmes d'alimentation populations et santé systèmes économiques villes et migration systèmes de santé politiques de science
sociaux	sociétés et cultures	éducation

## DÉVELOPPEMENT

Contribuer par la recherche à gérer au mieux une planète habitable par le plus grand nombre, telle est la vocation de l'Orstom qui, depuis 50 ans, s'attache à étudier les régions les plus chaudes et souvent les plus pauvres de la terre, dans leur réalité actuelle tout à la fois enracinée dans une histoire et porteuse d'un devenir plus ou moins maîtrisable. L'étude dynamique du fonctionnement des milieux, avec toutes leurs composantes et leurs ressources, permet une connaissance approfondie des systèmes, mécanismes et conflits qui régissent, à différentes échelles, l'évolution de notre planète. L'enjeu scientifique de l'environnement et du développement se double en permanence d'un enjeu politique : l'exploitation des ressources doit préserver les capacités d'adaptation des sociétés et de leur environnement.

# Mode d'emploi du dictionnaire

Ce dictionnaire encyclopédique est constitué de **cent un articles**, introduits pour chacun d'entre eux par un titre et classés par ordre alphabétique.

Les articles au **titre bleu** retracent l'histoire des recherches et des activités scientifiques de l'Orstom.

Les articles au **titre vert** évoquent l'histoire institutionnelle, l'organisation et les principales missions de l'Institut.

A l'intérieur de chaque article, un certain nombre de mots sont écrits en **orange**. Ils renvoient aux articles qui traitent spécifiquement du sujet.

Pour trouver le ou les articles qui l'intéressent plus particulièrement, le lecteur dispose de **deux sommaires** et **index**.

Le **sommaire alphabétique** (p. 10) dresse la liste des titres des articles tels qu'ils se succèdent dans l'ouvrage.

Le **sommaire thématique** (p. 12) regroupe les titres des articles en fonction des grandes problématiques scientifiques qui animent les programmes de recherche de l'Orstom, à savoir :

- les composantes et les dynamiques des milieux terrestres et océaniques ;
- la mise en valeur et la préservation des écosystèmes et de leurs ressources ;
- la santé ;
- les économies, les sociétés et les cultures.

A la fin de ce second sommaire, le lecteur pourra trouver la liste des sept articles qui évoquent l'histoire, l'organisation et les missions de l'Orstom.

Enfin, précédant la liste des sigles, **deux index** sont situés à la fin de cet ouvrage.

L'**index thématique** (p. 149) permet de repérer les thèmes de recherche et les activités de l'Orstom qui n'ont pas fait l'objet d'un article spécifique mais qui ont été évoqués dans l'un ou l'autre de ces articles.

L'**index géographique** (p. 154) permet de repérer les pays, les régions, les villes, les lacs et les fleuves cités dans l'ouvrage.

# Sommaire alphabétique

## **A**mélioration des plantes

Apomixie  
Aquaculture  
Arbovirus  
Arcs insulaires

## **B**anques de données hydropluviométriques

Bassins versants représentatifs  
et expérimentaux  
Bilharzioses  
Bioconversions

## **C**aféier

Cartes et atlas  
Cartographie des sols  
Centres de recherche  
Chaîne andine  
Classification des sols  
Climats océaniques  
Commerce et commerçants  
Coopération scientifique et technique  
Crevettes  
Crues  
Culture in vitro

## **D**ynamique des sols

Dynamiques sociales

## **E**cosystèmes aquatiques continentaux

Ecosystèmes forestiers  
Ecosystèmes océaniques  
El Niño  
Enquêtes démographiques  
et socio-économiques

## Environnement et santé

Erosion des sols

## **F**ertilité des sols

Filariose de Bancroft  
Flores et herbiers  
Formation à la recherche

## **G**isements minéraux

## **H**évée

## **I**dentités et patrimoines culturels

Indépendances  
Indicateurs démographiques  
Industries et industrialisation  
Information scientifique et technique  
Insectes ravageurs des cultures  
Insectes et parasites vecteurs d'endémies  
Inventaires de la faune aquatique  
Inventaires de la végétation

## **L**atérites

Lithosphère continentale  
Lithosphère océanique  
Lutte biologique contre les insectes nuisibles

## **M**aladies bactériennes et virales des plantes

Maladies cryptogamiques des plantes  
Maladie de Chagas  
Maladie du sommeil  
Migrations  
Mils  
Modèles hydrologiques

Mortalité dans l'enfance

**N**ématodes phytoparasites

Nutrition et malnutrition

**O**bservation de l'océan

Observatoires géophysiques

Onchocercose

Opérations de développement agricole

Or

Orsc, Orsom, Orstom

Outre-mer

**P**aléoclimats

Paludisme

Pollution des eaux

Pratiques et politiques scientifiques

**Q**ualité des eaux

**R**écifs et lagons

Réseaux hydrologiques

Réseaux trophiques

Ressources en eau

Ressources génétiques végétales

Ressources vivantes aquatiques

Risques naturels

Riz

Rongeurs et oiseaux nuisibles

**S**écheresse

Secteur informel

Sécurité alimentaire

Sida

Sociétés agropastorales

Socio-économie des pêches

Socio-économie du développement

Stratégie de développement

Substances naturelles d'intérêt thérapeutique

Symbioses fixatrices d'azote

Systèmes d'éducation

Systèmes d'exploitation halieutique

Systèmes d'information géographique

Systèmes de production agricole

Systèmes de santé

**T**erroirs et communautés rurales

Thons

**U**pwellings

**V**eille climatique

Villes

**Z**ones arides

# Sommaire thématique

## Composantes et dynamiques des milieux terrestres et océaniques

**A**rcs insulaires  
**B**anques de données hydropluviométriques  
Bassins versants représentatifs  
et expérimentaux  
**C**artographie des sols  
Chaîne andine  
Classification des sols  
Climats océaniques  
Crues  
**D**ynamique des sols  
**E**l Niño  
Erosion des sols  
**G**isements minéraux  
**L**atérites  
Lithosphère continentale  
Lithosphère océanique  
**M**odèles hydrologiques  
**O**bservation de l'océan  
Observatoires géophysiques  
Or  
**P**aléoclimats  
**Q**ualité des eaux  
**R**écifs et lagons  
Réseaux hydrologiques  
Ressources en eau  
Risques naturels  
**S**écheresse  
**U**ppwellings  
**V**eille climatique  
**Z**ones arides

## Mise en valeur et préservation des écosystèmes et de leurs ressources

**A**mélioration des plantes  
Apomixie  
Aquaculture  
**B**ioconversions  
**C**aféier  
Crevettes  
Crues  
Culture in vitro  
**E**cosystèmes aquatiques continentaux  
Ecosystèmes forestiers  
Ecosystèmes océaniques  
Environnement et santé  
**F**ertilité des sols  
Flores et herbiers  
**H**évéa  
**I**nsectes ravageurs des cultures  
Inventaires de la faune aquatique  
Inventaires de la végétation  
**L**utte biologique contre les insectes nuisibles  
**M**aladies bactériennes et virales des plantes  
Maladies cryptogamiques des plantes  
Mils  
**N**ématodes phytoparasites  
**P**ollution des eaux  
**R**écifs et lagons  
Réseaux trophiques  
Ressources en eau  
Ressources génétiques végétales  
Ressources vivantes aquatiques  
Riz

Rongeurs et oiseaux nuisibles

**S**écheresse

Substances naturelles d'intérêt thérapeutique

Symbioses fixatrices d'azote

Systèmes d'exploitation halieutique

**T**hons

**Z**ones arides

## **Santé**

**A**rbovirus

**B**ilharzioses

**E**nvironnement et santé

**F**ilariose de Bancroft

**I**nsectes et parasites vecteurs d'endémies

**L**utte biologique contre les insectes nuisibles

**M**aladie de Chagas

Maladie du sommeil

Mortalité dans l'enfance

**N**utrition et malnutrition

**O**nchocercose

**P**aludisme

**S**ida

Substances naturelles d'intérêt thérapeutique

Systèmes de santé

## **Sociétés, économies et cultures**

**C**artes et atlas

Commerce et commerçants

**D**ynamiques sociales

**E**nquêtes démographiques  
et socio-économiques

Environnement et santé

**I**dentités et patrimoines culturels

Indicateurs démographiques

Industries et industrialisation

**M**igrations

Mortalité dans l'enfance

**N**utrition et malnutrition

**O**érations de développement agricole

**P**ratiques et politiques scientifiques

**S**ecteur informel

Sécurité alimentaire

Sociétés agropastorales

Socio-économie des pêches

Socio-économie du développement

Stratégies de développement

Systèmes d'éducation

Systèmes de production agricole

Systèmes de santé

Système d'information géographique

**T**erroirs et communautés rurales

**V**illes

**Z**ones arides

## **Histoire, organisation et missions de l'Orstom**

**C**entres de recherche

Coopération scientifique et technique

**F**ormation à la recherche

**I**ndépendances

Information scientifique et technique

**O**rsc, Orsom, Orstom

Outre-mer

# Amélioration des plantes

Dans les pays en développement, et notamment en Afrique, la productivité agricole est souvent bien inférieure à celle des nations développées. Ainsi, à titre d'exemple, si un agriculteur soudano-sahélien produit une tonne d'équivalent céréales, un paysan européen ou nord-américain peut en obtenir cinq cents à mille fois plus. Cette différence tient à de multiples facteurs – climatiques, agronomiques, parasitaires, socio-économiques – parmi lesquels figurent les faibles performances productives de nombre d'espèces végétales cultivées dans les régions tropicales. Présent en Afrique francophone, à Madagascar et en Nouvelle-Calédonie au lendemain de la seconde guerre mondiale, l'Institut a dès sa création inscrit au rang de ses programmes prioritaires des recherches fondamentales qui visaient à améliorer les rendements des plantes de culture tropicales.

Entreprises dès 1946 au centre d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire ainsi que dans les laboratoires centraux de Bondy créés deux ans plus tard, les premières études ont porté sur certains mécanismes favorisant la croissance des végétaux : nutrition minérale et hydrocarbonnée (**caféier**, cacaoyer, manioc, palmier à huile, bananier), besoins en eau et facteurs de résistance à la **sécheresse** (caféier, cotonnier), germination, floraison et fructification de certaines espèces (palmier à huile, cacaoyer). Dans le courant des années 1950 et surtout dès

1964 à la suite de la création du comité technique de biologie et d'amélioration des plantes utiles au sein de l'Institut, ces recherches se sont fédérées autour de trois thèmes majeurs : étude de la structure et de la variabilité génétiques des espèces, analyse des problèmes de croissance et du développement des plantes liés à la multiplication végétative (bouturage, cf. **culture in vitro**), systèmes de reproduction des végétaux (cf. **apomixie**).

L'analyse de la structure et de la variabilité génétiques des espèces cultivées en zone tropicale a pu être conduite grâce aux collections progressivement constituées depuis le début des années 1960 par les chercheurs de l'Institut pour certaines plantes tropicales : le **riz**, les **mils**, le *Panicum maximum*, le caféier et le gombo (cf. **ressources génétiques végétales**). Ces collections



Fécondation d'un caféier à la station de Man. Côte d'Ivoire.

ont alors permis d'étudier l'évolution des caractères génétiques des espèces depuis leur forme primitive jusqu'à leur forme actuelle, avec une attention particulière accordée aux relations d'hybridation naturelle entre les formes sauvages, cultivées et adventives d'un même complexe d'espèces. En fonction des résultats obtenus, il a été possible d'utiliser la connaissance

de ces mécanismes évolutifs pour définir des schémas d'amélioration des plantes et la production de variétés plus productives ou résistantes à certaines **maladies** décimant les cultures tropicales.

Ces différents programmes de recherche, menés à l'origine au Sénégal et jusqu'en 1989 dans les laboratoires de Bondy, d'Adiopodoumé et de Niamey ainsi qu'au sein du **centre de recherche** de Montpellier depuis cinq ans, ont été mis en œuvre en association avec des instituts de recherche en agronomie tropicale spécialisés dans l'amélioration de certaines espèces végétales, tels l'IFCC et l'IRHO, aujourd'hui réunis au sein du Cirad-Cultures pérennes.

Parallèlement à ces recherches, des études ont été lancées en 1970 sur la possibilité de multiplier de façon conforme et à grande échelle des génotypes sélectionnés pour leurs performances agronomiques. Mise au point en 1976 dans les laboratoires de physiologie végétale de Bondy et améliorée par la suite au centre de recherche de Montpellier (cf. culture *in vitro*), la technique d'embryogénèse somatique (clonage) a permis d'atteindre cet objectif pour certaines espèces tropicales, tels le palmier à huile, le manioc et, très récemment, le cocotier.

Aujourd'hui les programmes de recherche visant à l'amélioration des plantes de culture tropicales se poursuivent activement tant au sein du centre de Montpellier que dans de nombreux laboratoires de pays tropicaux qui sont animés par des chercheurs de l'Orstom ou aux travaux desquels l'Institut est associé. Il est en effet apparu que le transfert sur le terrain de ces technologies demeurerait une priorité majeure pour que les acquis scientifiques se muent en pro-

grès effectifs de la productivité agricole dans les pays en développement. Cet objectif est essentiel pour les cultures vivrières du continent africain où aujourd'hui encore 90 % des semences utilisées par les agriculteurs proviennent de leur propre récolte.

## Apomixie

Certaines plantes sauvages, notamment les graminées tropicales, présentent une particularité biologique fort précieuse : l'apomixie, autrement dit la possibilité de former un embryon dans une graine sans fécondation. De nombreux instituts de recherche dont l'Orstom se sont penchés sur ce « phénomène » qui pourrait aider à



Photo Alain Rival © Cirad-CP / Orstom

Inflorescences de *Panicum* sur épillet.

améliorer les rendements agricoles dans les pays en développement. En effet, transféré par hybridation à des espèces cultivées « performantes », ce mode de reproduction permettrait de multiplier ces plantes et d'en obtenir une descendance clonale.

Dès 1965, les chercheurs du centre d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire ont lancé un programme d'analyse génétique de l'apomixie à partir de l'étude du *Panicum maximum* ou herbe de Guinée, graminée fourragère beaucoup utilisée en Afrique du fait de sa forte production de biomasse. Ces recherches ont commencé par des collectes dans la région d'origine du *Panicum*, en Afrique de l'Est, où l'on trouve la plus grande diversité de cette espèce.

La collection ainsi constituée (cf. **ressources génétiques végétales**) a réuni près de six cents génotypes différents (sexués et apomictiques) sur lesquels divers essais d'hybridation ont été réalisés. En 1974, des variétés hybrides fixées par l'apomixie ont été obtenues et ont conduit à un accroissement en qualité et en productivité de 30 % par rapport aux meilleurs rendements atteints jusque-là. Plusieurs cultivars ont été produits et testés par l'Idessa en Côte d'Ivoire. Au Brésil, la variété Tanzania a été plantée sur plusieurs milliers d'hectares. En outre, l'analyse génétique de plus de mille plantes issues de dix types de croisements différents a abouti en 1980 à la mise en évidence du gène unique responsable de l'apomixie chez le *Panicum maximum*, permettant ainsi de mieux comprendre les mécanismes de ce type de reproduction.

Ces recherches sur l'apomixie se poursuivent aujourd'hui dans le cadre d'un programme lancé en 1988 en collaboration avec le Centre internatio-

nal d'amélioration du maïs et du blé (Cimmyt) à Mexico et visant à évaluer les possibilités de transférer l'apomixie au maïs par croisement avec une plante sauvage apomictique (le *Tripsacum dactyloïdes*) dont l'analyse des caractères génétiques est en cours.

## Aquaculture

Au cours des recherches entreprises en 1974 sur l'**écosystème** de la lagune Ebrié par une équipe de chercheurs ivoiriens et français du centre océanographique d'Abidjan, il est rapidement



Photo Jean-Baptiste Amon Koffias

Station aquacole de Layo. Côte d'Ivoire.

apparu que les conditions étaient favorables au développement d'une aquaculture. Alors que les pêcheurs de la lagune réussissaient de plus en plus difficilement à répondre à la demande du marché, il s'agissait de réussir à élever des espèces autochtones dans leur milieu naturel avec des techniques accessibles aux populations riveraines et offrant une alternative à un système de pisciculture que l'on avait tenté d'y implanter et dont la haute technologie s'était révélée inadaptee. Aussi, dès 1976, les chercheurs ont-ils développé des études approfondies sur le cycle de reproduction, le mode d'alimentation et la croissance en enclos de deux espèces très prisées sur le marché ivoirien, les Siluri-

formes (mâchoirons et silures) et les Tilapias. Au terme de dix années de recherches, le cycle de vie de ces poissons a pu être maîtrisé et la technologie de production d'alevins transférée aux aquaculteurs ivoiriens. Les installations piscicoles de la lagune Ebrié produisent aujourd'hui trois cents tonnes de mâchoirons par an. L'élevage du silure africain (*Heterobranchus*) se développe également dans différents pays d'Afrique de l'Ouest sur la base de travaux conduits à Abidjan. L'un des intérêts majeurs de cette espèce pour la pisciculture est sa croissance très rapide (jusqu'à 300 grammes par mois de poids individuel).

De façon à parfaire les conditions d'élevage et d'en diminuer les coûts de production, des études ont été récemment entreprises pour transposer dans les lagunes ivoiriennes une technique traditionnelle, les *acadjas* (amas organisés de fagots de branchages implantés en zone peu profonde), utilisée sur les lagunes du Bénin et du Togo pour attirer les poissons et stimuler la production d'organismes nutritifs. Adaptée à la pisciculture du Tilapia, cette méthode permet aux algues et aux micro-organismes de se développer en abondance dans les structures d'élevage et de réduire en conséquence l'apport d'aliments artificiels. Parallèlement, des recherches sont menées sur la différenciation génétique des populations de mâchoirons des divers bassins fluviaux et lagunes de Côte d'Ivoire.

Les résultats attendus pourraient être mis à profit pour améliorer la sélection des lignées d'élevage. Des études visant à approfondir les connaissances en matière de physiologie de la reproduction et de la nutrition des principales espèces lagunaires d'intérêt aquacole sont également en cours de réalisation.

## Arbovirus

En 1961, l'Orstom mit en place un programme de recherche sur les arbovirus. Responsables de la fièvre jaune, de la dengue et d'autres fièvres hémorragiques, ces virus ont la particularité d'être transmis à l'homme ou à d'autres espèces animales par des arthropodes eux-mêmes infectés. Ils sont particulièrement répandus dans les pays tropicaux où le climat chaud et humide favorise la pullulation de leurs vecteurs.

Dès 1963, les chercheurs des laboratoires d'entomologie médicale de Dakar, de Yaoundé, de Bangui et du centre OCCGE de Bobo-Dioulasso, en collaboration avec les Instituts Pasteur Outre-Mer, se sont attachés à approfondir les connaissances des cycles de transmission des principaux arbovirus pathogènes pour l'homme de façon à mieux comprendre l'apparition et l'évolution des épidémies et par la suite lutter contre elles.

Au milieu des années 1960, après que de fortes épidémies de fièvre jaune eurent touché successivement l'Éthiopie (en 1960) et le Sénégal (1965), les entomologistes ont mis l'accent sur la bioécologie et la dynamique (distribution et fréquence d'apparition) d'*Aedes aegypti* qui transmet à l'homme la fièvre jaune et la dengue. Ces recherches menées au Sénégal, en République Centrafricaine, en Haute-Volta, puis au Cameroun et en Côte d'Ivoire les conduisirent notamment à réaliser une carte de répartition de ces insectes en Afrique de l'Ouest.

Les progrès des techniques virologiques facilitant par la suite l'isolement des virus, les chercheurs ont pu proposer un schéma du cycle de transmission de la maladie en Afrique de l'Ouest



*Aedes aegypti*, vecteur de la fièvre jaune et de la dengue, se gorgeant de sang.

et du Centre en fonction du biotope (forêt, zone de contact forêt-savane, savane humide et semi-humide, savane sèche et Sahel). Les résultats de cette étude épidémiologique n'ont été rendus possibles que grâce aux travaux menés conjointement sur les réservoirs animaux du virus en Afrique centrale et occidentale. Il apparaît ainsi aujourd'hui que le moustique infecté, conservant le virus pendant toute sa vie, est à la fois vecteur et réservoir, tandis que les singes dont la virémie dure quelques jours seulement ne jouent qu'un rôle amplificateur dans les épidémies.

La transmission du virus du moustique femelle à sa descendance (transmission transovarienne) a constitué un autre axe de recherche poursuivi par les entomologistes car elle apparaissait comme l'un des facteurs de la persistance du virus d'une année à l'autre. Si la transmission transovarienne est désormais indiscutable, il est apparu en conditions expérimentales qu'elle n'est effective qu'à un taux relativement faible (1/800). Les chercheurs s'attachent donc désormais à préciser les modalités de cette transmission et à la quantifier en conditions naturelles.

Longtemps centrées sur le continent africain, les recherches de l'Orstom sur la fièvre jaune et le virus amaril se sont étendues à l'Amérique latine avec des études lancées en 1975 en Guyane et, au début des années 1980, au Brésil. Dans ce pays, les entomologistes ont étudié en collaboration avec l'Institut Evandro Chagas de Belem les

différents insectes susceptibles de transmettre la fièvre jaune dans la forêt amazonienne et ses abords. Il se sont plus particulièrement intéressés à *Haemagogus jantinomys*, vecteur majeur en Amazonie, dont l'étude bio-écologique est actuellement en cours.

La fièvre jaune n'est pas la seule arbovirose des pays tropicaux à avoir fait l'objet des recherches à l'Institut. Dès 1972, les chercheurs étudièrent les vecteurs (insectes et primates) et les virus de la dengue à Tahiti, puis en Guyane, au Sénégal et en Côte d'Ivoire. Ces études, tout comme celles menées sur d'autres virus responsables de fièvres hémorragiques et sur le virus Chikunguya, ont conduit à isoler et à identifier de nombreux virus jusqu'alors inconnus.

## Arcs insulaires

Les campagnes de reconnaissance générale de la structure de la lithosphère océanique menées par l'Orstom depuis 1970 dans le sud-ouest Pacifique, véritable laboratoire pour l'étude de la

tectonique des plaques, révélèrent que la formation de cette région était la conséquence de l'évolution dans l'espace et le temps de la zone de convergence des deux grandes plaques indo-australienne et pacifique. Au terme de ces recherches conduites par l'équipe de géologie et géophysique du centre de Nouméa en collaboration avec le Cnexo (aujourd'hui Ifremer) et l'IFP, il est apparu nécessaire d'analyser de façon plus détaillée les mécanismes sédimentaires, sismiques et

quelques secteurs d'études en fonction de leur caractère représentatif d'un stade mature ou immature de la subduction (les arcs des Tonga-Kermadec et des Nouvelles-Hébrides) ou de phénomènes tels que la subduction/collision d'une ride (rides d'Entrecasteaux) ou l'obduction d'une plaque sous l'autre (Nouvelle-Calédonie).

Ce programme, qui se poursuit aujourd'hui non plus seulement au large de la Nouvelle-Calédonie mais également dans le détroit de la Sonde en Indonésie, a nécessité des techniques de mesure d'une grande précision. Les campagnes Eva ont été ainsi l'occasion d'expérimenter, dans le cadre d'une collaboration avec l'institut de géophysique de l'université du Texas, des stations sous-marines autonomes OBS (*Ocean Bottom Seismometer*) capables d'enregistrer des ondes sismiques jusqu'à dix mille mètres de profondeur. En 1986, un réseau de douze stations OBS a été mouillé dans un périmètre d'une cinquantaine de kilomètres dans la zone de subduction des Nou-

velles-Hébrides, là où la plaque australienne glisse sous la plaque pacifique à une vitesse d'environ dix à quinze centimètres par an. Les données enregistrées ont mis en évidence tout au long de l'arc des Nouvelles-Hébrides des variations brutales de la profondeur des séismes soulignant la partie supérieure de la plaque plongeante. Ces variations longitudinales de l'inclinaison à l'origine de la plaque plongeante (angle entre la plaque chevauchante et la plaque plongeante)

Photo Bernard Pontoise



Station sous-marine autonome OBS.

tectoniques régissant l'évolution des limites de ces plaques. Ainsi, parce qu'ils témoignent de cette dynamique dans l'espace et le temps, les arcs insulaires (ensemble d'îles, souvent volcaniques, réparties en un ou plusieurs alignements formant des courbes) du sud-ouest Pacifique et les zones de subduction qui leur sont associées ont fait l'objet dès 1976 de diverses campagnes de recherche. Dans le cadre de ce programme, baptisé Eva, géologues et géophysiciens ont sélectionné

traduisent une segmentation de celle-ci en blocs par de grandes fractures transverses. La localisation précise des séismes, grâce à des stations sismologiques sous-marines proches, a seule pu permettre une telle observation et l'interprétation structurale logique qui en découlait. La disposition des îles et leur faible superficie ne permettaient pas de disposer d'un réseau sismologique terrestre assez proche et assez dense pour obtenir des résultats comparables, donc pour mettre en évidence la structure réelle de la plaque plongeante.

Avec l'université du Texas, l'Orstom a construit un *pool* de trente stations sismologiques sous-marines, instrument qui permet d'envisager de développer en mer des études de séismotectonique de haute précision comparables à celles menées jusqu'ici à terre. Depuis 1985, le recours à de nouveaux moyens de recherche, tels que

les sondeurs acoustiques multifaisceaux (*seabeam*) et les submersibles, a impulsé un nouvel élan au programme Eva.

En 1987, l'équipe de Nouméa, en association avec des universitaires français et américains, a utilisé le Nautile, un sous-marin d'exploration pouvant descendre jusqu'à six mille mètres de profondeur, afin d'étudier les zones de contact entre les rides sous-marines (aspérités à la surface des plaques) et les arcs insulaires dans la zone de subduction des Nouvelles-Hébrides. Un examen du contexte tectonique régional réalisé à cette occasion a révélé que les effets de la collision naissante entre la chaîne des îles Loyauté et l'arc des Nouvelles-Hébrides étaient d'ores et déjà considérables et qu'à terme une modification de la géométrie des limites des plaques était envisageable, la taille et la direction axiale de la chaîne des Loyauté excluant la possibilité d'une subduction.

## Banques de données hydropluviométriques

Dès 1950, l'Orstom s'est attaché à déployer dans une quinzaine de pays d'Afrique du Nord et de l'Ouest, en Nouvelle-Calédonie, à Madagascar et en Guyane un **réseau hydrologique** jusqu'alors quasi inexistant sur les fleuves des régions tropicales et équatoriales. Quinze ans plus tard, le volume des informations recueillies était tel qu'il n'était plus envisageable de les traiter manuellement. Il fut alors décidé d'informatiser le service central de saisie et de stockage de ces données. Constituée depuis 1967 de façon progressive, la banque de données hydrologiques représente aujourd'hui plus de vingt-quatre mille années d'observation de hauteurs limnimétri-

ques enregistrées sur plus de mille six cents stations de jaugeage. La majeure partie de ces données peuvent être accessibles sous forme de débits journaliers.

A la demande du Fonds d'aide et de coopération, les hydrologues ont également procédé dès 1967 à un rassemblement de l'ensemble des observations recueillies sur les stations pluviométriques d'Afrique tropicale. La création de ces fichiers pluviométriques informatisés fut assortie d'un contrôle systématique et d'une correction des données. Ces travaux ont permis deux éditions successives d'annales des précipitations journalières sur treize pays

d'Afrique de l'Ouest et du Centre, depuis la création des stations à 1965, et de 1966 à 1980, avec l'appui du CIEH, de l'Asecna et des services hydrologiques nationaux.

Dans les années 1980, les ingénieurs se sont par ailleurs attachés à développer des logiciels de traitement des observations hydrométriques ou pluviométriques permettant le calcul et la prévision des débits fluviaux. Intégrant tous les systèmes de saisie (manuels ou automatiques) ainsi que la télétransmission directe des données via un satellite Argos ou Météosat, ces logiciels ont été conçus pour être utilisés sur des micro-ordinateurs PC.



Fonds, laboratoire d'hydrologie de Montpellier

Matériel de jaugeage pour mesurer le débit des cours d'eau.

Aujourd'hui, les hydrologues continuent d'apporter leur concours à la création et à la gestion de banques de données hydropluviométriques nationales et régionales dans de nombreux pays en développement.

## Bassins versants représentatifs et expérimentaux

Dès 1947, les hydrologues de l'Orstom développèrent en Afrique humide, puis au Sahel, des recherches sur des bassins versants (surface située depuis la ligne de crête jusqu'au lit du cours d'eau) dits « représentatifs », de façon à pouvoir étudier les fleuves et rivières qui n'étaient pas contrôlés par le **réseau hydrologique** déployé dans de nombreux pays de la zone tropicale au lendemain de la seconde guerre mondiale.

Cette méthode d'étude, généralisée à partir de 1956, a consisté à équiper d'un réseau dense de pluviographes et de stations de jaugeage, complété parfois par des stations climatologiques, un échantillon de petits bassins fluviaux (de 1 à 200 kilomètres carrés) représentatifs d'un milieu écologique spécifique. Après deux à cinq ans d'observation intense de tous les éléments du cycle hydrologique (précipitations, in-

filtrations, évaporation, écoulements, etc.), les données recueillies ont été extrapolables à des bassins du même type. Vingt-cinq ans après le début de cette expérience, grâce à l'étude d'une centaine de bassins représentatifs, les conditions générales de l'écoulement des eaux dans la presque totalité de l'Afrique francophone intertropicale et subtropicale furent connues, ainsi que les débits des **crues** décennales des bassins ouest-africains inférieurs à deux cents kilomètres carrés.

A partir de 1975, l'étude de ces petits bassins versants a été intégrée dans des programmes scientifiques pluridisciplinaires sur le fonctionnement de différents écosystèmes tropicaux (fleuves, forêts, **zones arides** notamment). Les recherches entreprises de 1976 à 1984 sur la mare d'Oursi, dans le cadre d'un programme de lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Burkina Faso),



Station de mesures. Bassin versant d'Angelim. Nordeste brésilien.

se sont ainsi appuyées sur l'étude de bassins versants représentatifs à l'aide de nouveaux moyens d'analyse (mini-simulateurs de pluie, télédétection satellitaire et modélisation hydrologique). La comparaison des données recueillies avec des mesures d'écoulement enregistrées vingt ans auparavant a notamment révélé que, malgré la **sécheresse**, les bassins sahéliens inférieurs à deux mille kilomètres carrés ne présentaient pas de diminution globale d'écoulement, la dégradation de la végétation et des sols augmentant très sensiblement le ruissellement de l'eau des pluies.

En Guyane, les hydrologues ont mis en place un dispositif de dix bassins versants représentatifs dans le cadre du programme Ecerex visant à mesurer les effets du défrichement et de l'exploitation agrosylvicole sur le régime hydrologique d'un **écosystème forestier** amazonien et à fonder sur les résultats acquis des modèles d'aménagements susceptibles d'être généralisés. De 1977 à 1985, les chercheurs ont analysé le fonctionnement de huit de ces bassins dits « expérimentaux » qui avaient été déboisés ou mis en culture et comparé les données recueillies avec celles obtenues sur deux bassins versants demeurés à l'état naturel.

Ces recherches ont révélé, entre autres, que le défrichement mécanisé provoquait un accroissement spectaculaire du ruissellement des pluies et de l'**érosion des sols**, mais que la végétation, spontanée ou cultivée, permettait un retour à des conditions hydrologiques « normales » en deux ans environ.

Les trois cents bassins versants représentatifs ou expérimentaux étudiés depuis 1950 auront été un modèle de recherche privilégié tant pour analyser l'évolution des cours d'eau et de leurs abords dans des environnements tropicaux très divers que pour déterminer les **ressources en eau** dans de nombreuses régions intertropicales. Actuellement, de nouvelles études sur bassins sont centrées sur des problèmes d'actualité, tels les menaces de changements climatiques, les risques de perturbation des écosystèmes par l'homme, ou sont menées afin de coupler des **modèles hydrologiques** avec des modèles atmosphériques.

## Bilharzioses

Les bilharzioses touchent dans le monde environ six cents millions d'individus. Elles sont depuis quelques décennies en recrudescence dans les pays où les populations sont en contact fréquent avec de l'eau polluée, en particulier dans la zone tropicale où les programmes de mise en valeur agricole ont nécessité d'importants travaux d'irrigation. Les schistosomes, vers vivant dans les veines de l'homme, leur hôte définitif, sont à



Les populations en contact fréquent avec de l'eau polluée sont exposées aux bilharzioses.

l'origine de cette maladie. Leur cycle de croissance comprend plusieurs stades larvaires et nécessite la présence de mollusques d'eau douce dans lesquels ils se reproduisent. En 1972, l'Institut créa un groupe de recherche essentiellement orienté sur l'étude de stratégies de lutte contre les bilharzioses adaptées aux conditions socio-économiques des pays en développement. Installée au centre Muraz de l'OCCGE à Bobo-Dioulasso en Haute-Volta (Burkina Faso), cette équipe a entrepris une enquête sur la répartition des schistosomes en Afrique de l'Ouest, domaine dans lequel les données faisaient cruellement défaut, et des études en vue de mettre au point des programmes et de nouveaux moyens de lutte.

Huit ans après sa création, cette unité a été transférée au sein du centre de recherches sur les méningites et les schistosomoses, institut de l'OCCGE basé à Niamey au Niger. Les études ont dès lors été consacrées à l'évaluation des techniques de diagnostic, à la biologie des schistosomes et de leurs hôtes intermédiaires, les mollusques, ainsi qu'à la recherche de nouvelles techniques de lutte, notamment en matière de vaccination.

Menées en collaboration avec l'université de Perpignan et l'Institut Pasteur

de Lille, ces recherches ont permis de mettre en évidence de nouvelles données dans le domaine de l'épidémiologie en démontrant le rôle d'animaux hôtes et réservoirs dans la transmission des schistosomes à l'homme et d'évaluer l'intérêt d'utiliser des protéines recombinantes dans la vaccination contre les schistosomoses.

Parallèlement à ces actions de recherche, l'Institut a concouru à la création des programmes nationaux et interétatiques de contrôle des bilharzioses et a mis en place un réseau de recherche destiné à apporter un soutien scientifique et financier aux chercheurs des pays tropicaux travaillant dans ce domaine.

## Bioconversions

Le récent développement industriel des pays tropicaux s'est accompagné d'un cortège de nuisances : accumulation de résidus inutilisés et polluants, rejets de gaz dans l'atmosphère, **pollution des eaux**... Face à ces multiples problèmes, les microbiologistes de l'Orstom ont placé beaucoup d'espoirs dans les procédés de fermentation (opérée par des micro-organismes : champignons filamenteux, levures ou bactéries anaérobies) permettant de transformer des déchets d'origine agricole ou agro-industrielle en protéines alimentaires pour l'élevage, en enzymes pour l'industrie agro-alimentaire ou encore en biogaz (méthanisation). Dès 1974, des chercheurs du laboratoire de microbiologie de Dakar ont ainsi développé, d'abord en collaboration avec l'Ircha puis dans les laboratoires Orstom de

Marseille, Montpellier et Fort-de-France, des études fondamentales sur la physiologie et le métabolisme des micro-organismes à l'origine de la fermentation en isolant les souches les plus actives et en déterminant dans quelles conditions elles pouvaient engendrer une transformation ou une méthanisation des substrats.

Ces recherches ont permis dès 1978 de mettre au point et transférer auprès des pays intéressés des procédés de bioconversion de déchets d'origines diverses : résidus de manioc, bagasses de cannes à sucre, cossettes de betteraves, tourteaux d'ananas ou de co-prah, etc. Des études menées en collaboration avec l'université de Mexico ont ainsi permis d'isoler des champignons capables de dégrader la caféine de la pulpe de café et d'utiliser celle-ci, après transformation, comme fourrage pour le bétail et comme support pour la culture de pleurotes ou d'un champignon ayant des propriétés insecticides pour les **caféiers**.

Photo Servastianos Roussos



Fermenteur à disque Orstom permettant de produire des spores de champignons.

Depuis 1986, des recherches ont été également entreprises au Mexique ainsi qu'à Sfax en Tunisie en vue de dépolluer, par fermentation anaérobie, des effluents liquides ou gazeux rejetés par des **industries**. Une étude pilote de désulfuration par voie biologique des rejets gazeux industriels a

été ainsi réalisée en 1991 pour un groupe pétrochimique mexicain et devrait prochainement aboutir à une application industrielle.

Enfin, depuis 1990, le laboratoire Orstom de Marseille développe des études sur les bactéries extrêmophiles (aimant les extrêmes) croissant à haute température ou à salinité élevée en vue de mettre en évidence des enzymes susceptibles d'intéresser la bio-industrie, pour le blanchiment de la pâte à papier par exemple.

## Caféier

En 1965, l'Orstom lança en collaboration avec l'IFCC un important programme de recherches qui visait à améliorer la production caféière en Afrique grâce à la sélection génétique des meilleures variétés d'*Arabica* et à la création d'hybrides de plus grande qualité que les caféiers traditionnellement cultivés sur ce continent, tel le *Robusta* au taux de caféine trop élevé. De façon à constituer une collection de gènes le plus divers possible, une campagne de prospection fut entreprise en Ethiopie, région d'origine de l'*Arabica*, pour y récolter des semences de plants sauvages poussant dans des milieux variés et notamment en basse altitude. Ces graines furent ensuite semées dans trois stations agronomiques présentant des conditions écologiques différentes (en altitude et en plaine) à Madagascar, au Cameroun et en Côte d'Ivoire. Les caféiers obtenus servirent de base à des études génétiques ainsi qu'à des essais d'hybridation. L'IFCC réussit ainsi à réaliser en 1969 un croisement entre l'*Arabica* et le *Robusta*, hybride surnommé *Arabusta*.

A la fin des années 1960, les prospections se sont étendues à Madagascar pour y prélever des caféiers sauvages (groupe *Mascarocoffea*) aux grains très pauvres en caféine et, à partir de 1975, en Centrafrique, au Kenya, au Congo, en Tanzanie, au Cameroun et en Côte d'Ivoire, où des espèces qui n'avaient jamais été collectées furent découvertes. Parallèlement dans les stations de Man et de Divo en Côte d'Ivoire de nombreux hybrides ont été étudiés.

Grâce aux prospections menées en Afrique et Madagascar depuis 1965, la collection constituée par l'Orstom et l'IFCC compte aujourd'hui près de huit mille génotypes originaux appartenant à une vingtaine d'espèces différentes et conservés à Madagascar (les variétés malgaches) et en Côte d'Ivoire (pour les autres variétés). Du fait de la brève durée de vie des graines du caféier, les variétés sont en partie conservées en champ dans des stations agronomiques d'Afrique.

température arrêtant les divisions cellulaires et les processus métaboliques. Cette méthode assure le maintien des caractéristiques des plants et les met à l'abri des contaminations, ce pour un temps théoriquement illimité.

Les différentes informations recueillies par les chercheurs sur les huit mille génotypes conservés ont été récemment réunies dans une banque de données informatique, la Basecafé, gérée à Montpellier. Chaque génotype y possède un « passeport » où sont enregistrés les descripteurs les plus utilisés pour leur évaluation génétique : morphologie, fertilité et intensité de floraison des arbres, marqueurs génétiques comme les isoenzymes, caractéristiques morphologiques et biochimiques des grains.

## Cartes et atlas

Les géographes de l'Orstom ont consacré dès le début des années 1960 une part importante de leurs travaux à la réalisation d'études cartographiques du fait de leur intérêt tant scientifique qu'économique. Outre la vision synoptique d'un territoire qu'elles pouvaient offrir, ces cartes, qu'il s'agisse de documents thématiques, de synthèses régionales ou d'atlas, offraient en effet aux Etats, à la demande desquels elles allaient être le plus souvent réalisées, des éléments de base indispensables à l'élaboration et à la mise en œuvre de projets d'aménagement régionaux ou nationaux.

De très nombreux programmes de recherche pluridisciplinaires ont été ainsi, de l'Afrique tropicale à l'Amérique latine, assortis de synthèses cartographiques à grande ou moyenne échelle

Photo Alain Rival



Base de données. LRGAPT Orstom.

En 1986, pour améliorer ces conditions de conservation peu économes tant en matière d'espace que de coût d'entretien, les chercheurs du centre de Montpellier ont mis au point la technique de la cryoconservation par laquelle des apex (partie terminale d'un méristème) de tiges de caféier sont conservés dans des tubes plongés dans de l'azote à moins 196°C,



Atlas de la Polynésie française. Géomorphologie des îles du vent.

dont l'objectif était de constituer la base scientifique d'opérations de développement. Exemple parmi tant d'autres, la mise en valeur agricole de Madagascar a donné lieu à la réalisation – réponse à une demande du ministère de l'Agriculture de ce pays en 1971 – d'une série de cartes au 1/500 000e représentant les principales composantes physiques, les densités démographiques et les infrastructures de la Grande Île.

Achevées en 1976, elles ont permis d'identifier, de délimiter et de caractériser les terres bénéficiant d'un potentiel susceptible d'être exploité.

La cartographie a également constitué un outil d'analyse privilégié pour les chercheurs. Les études des **terroirs** et des communautés villageoises menées dès le début des années 1960 en Afrique de l'Ouest et à Madagascar se sont ainsi fondées sur un important travail cartographique à grande échelle (de 1/2 000e à 1/50 000e) dont les résultats ont été progressivement publiés dans la collection des *Atlas des structures agraires*.

Les géographes de l'Institut ont eu par ailleurs en charge la réalisation d'une série d'atlas nationaux (échelle de base : 1/1 000 000e) offrant une syn-

thèse des connaissances acquises sur un territoire, tant en ce qui concerne ses populations, leur origine et leur implantation, ses composantes physiques et naturelles, son économie, ses structures rurales, ses équipements sociaux, ses infrastructures de communication et son réseau urbain. Lancés dès 1960 par le centre de Yaoundé avec la réalisation et la publication en 1975 d'un atlas national ainsi que d'atlas régionaux (1/500 000e) couvrant l'ensemble du Cameroun, ces travaux se sont poursuivis par la suite dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest et dans certains territoires d'**outre-mer**. L'atlas national du Congo fut ainsi édité en 1969, ceux de la Côte d'Ivoire et de la Guyane en 1979 – le premier en collaboration avec l'université d'Abidjan, le second avec le Ceget – et celui de la Nouvelle-Calédonie en 1981. Dernier à voir le jour, l'atlas de la Polynésie entrepris en 1986 et publié en 1993 a bénéficié de sources d'information et de techniques cartographiques nouvelles, telles la télédétection satellitaire, des banques de données informatiques et l'infographie. De plus en plus utilisées par les géographes, ces techniques ont suscité au milieu des années 1980 un réel renouvellement de la cartographie à l'Orstom.

Ces nouvelles techniques infographiques ont conduit à la réalisation d'atlas électroniques (cf. **systèmes d'information géographique**) permettant une mise à jour plus rapide des données et une utilisation interactive. Il s'agit par exemple de l'atlas informatisé de Quito ou de celui de la Nouvelle-Calédonie réalisé au tournant des années 1990 accompagné d'un « choroscope », logiciel grâce auquel il est possible de réaliser des cartes à la demande à partir d'une base de données.

# Cartographie des sols

L'inventaire et la **classification des sols** tropicaux entrepris par les chercheurs de l'Orstom au lendemain de la seconde guerre mondiale ont été étroitement liés à l'élaboration de **cartes** de reconnaissance pédologique en Afrique de l'Ouest, en Nouvelle-Calédonie, en Guyane et à Madagascar. Si, de 1946 à la fin des années 1960, les pédologues réalisèrent essentiellement des levés à grande et moyenne échelle, au cours de la décennie suivante, leurs travaux s'orientèrent, à mesure que leurs inventaires progressaient, vers des cartes pédologiques à l'échelle régionale ou nationale (du 1/100 000e au 1/1 000 000e). En cela, ils répondaient souvent à la demande d'Etats, nouvellement indépendants, que ces documents synthétiques aidaient à mettre en œuvre des projets de planification nationale.

Photo Yves Bouvier



Carte pédologique de Kouki. République Centrafricaine.

L'utilisation de la télédétection satellitaire ou aéroportée à la fin des années 1970 facilita d'ailleurs la réalisation de cartes à petite échelle ainsi que la cartographie de régions forestières d'Afrique ou d'Amérique latine difficilement accessibles. La carte des sols de l'Amazonie vénézuélienne, couvrant

cent quatre-vingt mille kilomètres carrés au 1/250 000e, a pu ainsi être réalisée de 1977 à 1984 grâce à ces techniques de pointe.

Ces cartes de reconnaissance générale ont été souvent complétées par des cartes thématiques à grande échelle exécutées dans le cadre de programmes de mise en valeur agricole : cartes de ressources en sol, d'aptitudes culturales et de fertilité, pour la création de fronts agricoles pionniers des grandes plantations d'arachide et de coton au Cameroun et au Sénégal ou encore pour le développement d'une agriculture irriguée au Maghreb, au Sahel ou sur les côtes d'Afrique occidentale.

Aujourd'hui, les travaux cartographiques ne constituent plus l'une des activités majeures des pédologues, comme cela avait été le cas de 1950 à 1960 quand tout ou presque restait à découvrir. Ils n'ont pas été abandonnés pour autant car, souvent intégrés dans des programmes de recherches pluridisciplinaires, la cartographie des sols, rendue plus performante par des traitements infographiques, demeure encore une phase incontournable dans les projets de mise en valeur des terres tropicales.

## Centres de recherche

Dès l'été 1945, les responsables de l'Office de la recherche scientifique coloniale, futur Orstom, entreprirent des démarches auprès des autorités administratives des colonies en vue de déployer un réseau de centres de **formation** et de recherche destinés à rayonner sur l'ensemble de l'**ouïre-mer** français, en Afrique occidentale



Photo Jean-François Turenne

Idert d'Adiopodoumé. Côte d'Ivoire.

et équatoriale, à Madagascar, dans le Pacifique et en Guyane. En 1946, étaient successivement créés l'Institut français d'Océanie à Nouméa, l'Institut d'études centrafricaines à Brazzaville auquel allaient être rattachés le centre de Bangui et le centre océanographique de Pointe-Noire, l'Institut de recherches scientifiques de Madagascar doté en 1953 de la station océanographique de Nosy Be, enfin l'Idert à Adiopodoumé en Côte d'Ivoire.

Progressivement, ce premier dispositif s'enrichit du centre géophysique de Mbour au Sénégal (1949), de l'Institut de recherche du Cameroun établi à Yaoundé (1949), du centre de pédologie de Dakar-Hann, de l'Institut de recherche togolais à Lomé (1952), de l'Institut français d'Amérique tropicale à Cayenne (1954), du centre de recherches tchadiennes à Fort-Lamy (1958) et du centre de Niamey au Niger (1957).

Ce vaste réseau fut complété par l'ouverture en 1952 de l'Institut d'enseignement et de recherche tropicale de Bondy en métropole. Destiné à être avec l'Idert d'Adiopodoumé l'épine

dorsale de ce dispositif, il devait servir de base arrière scientifique pour des travaux de laboratoires nécessitant un équipement lourd et jouer un rôle primordial dans la formation des chercheurs.

Pour la plupart pluridisciplinaires puisque s'y côtoyaient des chercheurs travaillant dans plus d'une dizaine de disciplines différentes, ces instituts bénéficièrent, hormis l'Idert d'Adiopodoumé sous tutelle de l'administration centrale à Paris, d'une réelle autonomie administrative et scientifique jusqu'en 1956, date à laquelle les centres furent officiellement rattachés aux services administratifs, scientifiques et techniques centraux qui venaient d'être créés en métropole. Ils perdirent ainsi leur autonomie et leur appellation spécifique pour devenir des centres Orstom.

A la suite des **indépendances** des pays africains et malgache en 1960, le processus de développement dans lequel s'engageaient les nouveaux Etats demandait un soutien scientifique et technique accru. Des accords de coopération culturelle et scientifique signés

par la France confirmèrent l'activité des centres et autorisèrent même leur extension et leur déploiement. C'est ainsi que de nouveaux centres furent ouverts à Libreville au Gabon, à Ouagadougou en Haute-Volta et à Cotonou au Dahomey et mise en place une mission à Richard-Toll au Sénégal. En 1963 et 1965, l'Office prit en charge successivement le centre océanographique de Dakar-Thiaroye et celui d'Abidjan et créa en 1968 le centre de Petit-Bassam en Côte d'Ivoire, spécialisé dans les sciences humaines. Les infrastructures les plus anciennes de Dakar-Hann, de Nosy Be, de Tananarive, d'Adiopodoumé, de Bangui et de Brazzaville furent agrandies et modernisées. Cette phase de développement s'accompagna d'une politique de recrutement : à la fin des années 1970, l'Orstom comptait plus de sept cents chercheurs alors qu'on en recensait à la veille des indépendances moins de la moitié.

Aujourd'hui, animé par mille six cents chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs, présent dans une quarantaine de pays avec quatorze centres et vingt et une représentations, l'Orstom a conservé les grandes armatures du réseau mis en place il y a près de cinquante ans en Afrique francophone et conforté sa présence dans les départements et territoires d'outre-mer, notamment dans le Pacifique. La fermeture de certains centres – celui de Madagascar en 1973, du Tchad et du Gabon en 1980, du Bénin en 1990 et du Togo en 1993 –, la nationalisation de celui du Cameroun en 1976 et la transformation en institut de recherche international n'ont pas mis fin pour autant à la présence de l'Orstom dans ces pays et les chercheurs de l'Institut continuent d'y développer des programmes de recher-

che en partenariat avec les scientifiques nationaux. Depuis plusieurs années, l'Institut donne d'ailleurs la priorité en Afrique à ce mode de **coopération scientifique et technique** initié en Amérique latine.

L'Institut ne crée plus de nouveaux centres Orstom à l'étranger mais poursuit en Afrique une politique de transformation de ses implantations en centres nationaux, comme ce fut le cas au Sénégal (Dakar-Bel Air, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye), en Côte d'Ivoire (Centre de recherches océanographiques d'Abidjan), à Bangui, à Bamako et à Niamey ; cette évolution était en cours à Brazzaville quand le centre a été détruit en janvier 1994. Par ailleurs, en Afrique comme dans l'ensemble de la zone intertropicale, il affecte ses chercheurs dans des institutions de recherche nationales, régionales ou internationales (OCCGE, Oceac par exemple). Enfin, il participe à la création de structures mixtes dans le cadre d'accords bi- ou multilatéraux, tels le laboratoire de virologie du Caire, le centre de biotechnologies végétales de Dakar ou encore l'unité mixte université autonome de Mexico-Orstom.

L'Orstom a en outre poursuivi une politique active d'équipement et de modernisation de ses infrastructures en France. En 1987, un nouveau centre a été ouvert à Montpellier. Equipé de laboratoires de pointe et de serres tropicales, il accueille aujourd'hui près de cent soixante-dix chercheurs, ingénieurs et techniciens. La mise en service de ces laboratoires a conduit à une redistribution des activités scientifiques entre les trois infrastructures métropolitaines de l'Institut. Le centre de Bondy s'est spécialisé dans les sciences de la terre et les sciences hu-

maines, le centre de Brest au sein duquel l'Orstom est présent depuis 1986 dans l'océanographie, enfin celui de Montpellier s'est consacré aux sciences de l'environnement (sciences de l'eau, bioclimatologie, ressources biologiques), aux biotechnologies et à l'épidémiologie des grandes endémies tropicales. A l'horizon de l'an 2000, l'Orstom devrait ouvrir à Orléans un quatrième pôle scientifique axé sur l'écologie tropicale et plus particulièrement sur la transformation accélérée des milieux naturels sous l'effet du développement socio-économique des pays du Sud.

## Chaîne andine

En 1967, des géologues de l'Orstom lancèrent leurs premières campagnes de recherche dans les Andes dont la structure et les processus d'évolution étaient encore mal connus. Une décennie de recherches sur le terrain, associant étroitement chercheurs français et latino-américains dans le cadre

de conventions avec le service des mines et de géologie du Pérou et l'université de La Paz en Bolivie, aboutit à un important travail de synthèse, accompagné de cartes géologiques à différentes échelles. Celui-ci retraçait l'évolution et la structure actuelle du segment central de la chaîne andine, type même de montagnes liées à la subduction d'une plaque océanique sous une plaque continentale.

Ces études se sont étendues par la suite à l'Equateur et au Chili et se poursuivent aujourd'hui encore en étroite collaboration avec des chercheurs et étudiants latino-américains avec pour objectif de comprendre l'histoire géodynamique des Andes centrales depuis deux cents millions d'années. Dans ce cadre, les investigations portent sur l'évolution de la géométrie et du remplissage des bassins sédimentaires avant et pendant l'orogénèse, sur la chronologie et le style des déformations de la chaîne et les différentes étapes de sa surrection, enfin sur la répartition dans le temps et l'espace des roches d'origine magmatique et leur genèse. Ces recherches ont conduit à remettre en question de nombreuses idées jusqu'alors admises sur la géométrie et l'évolution géodynamique des Andes. Les chercheurs ont pu, par exemple, situer à l'Oligocène supérieur (vers 28 millions d'années) le dernier saut de la tectonique andine vers l'est.

L'analyse de la structure et de la dynamique actuelle de la chaîne andine centrale se fonde par ailleurs sur des études de l'activité sismique de cette région localement fort peuplée et où les **risques** de séismes sont parmi les



Photo Pierre Soler

Mont Nevado Santa Rosa (face Nord). Pérou.

plus élevés du monde. Des réseaux temporaires de quelques dizaines de stations sismologiques ont été déployés ces dernières années au Pérou, dans le nord du Chili et en Bolivie. Le traitement des données recueillies offre des informations sur la distribution des hypocentres des séismes au sein de la croûte continentale sous la cordillère et au niveau de la zone de subduction, ainsi que sur les variations spatiales des vitesses des ondes sismiques, et donc sur la structure actuelle de la chaîne et les risques sismiques. Ces recherches sont actuellement approfondies par l'utilisation des données issues des réseaux permanents de surveillance en Equateur et au nord du Chili, région susceptible de connaître un séisme de magnitude 9 dans un avenir proche. La reconstitution de l'histoire géologique récente des Andes a été par ailleurs enrichie par l'étude des **paléoclimats** dans l'Altiplano bolivien.

Depuis les années 1970, les différents travaux concernant la chaîne andine ont également servi de base à l'élaboration de programmes de recherches plus directement appliquées sur les **gisements minéraux** que recèle la cordillère des Andes.

Des études ont été ainsi entreprises sur la géométrie des structures pouvant receler du pétrole, sur l'origine et l'évolution de l'**or** concentré dans les placers, sur la genèse de gisements métalliques (argent, cuivre, or) associées aux roches d'origine magmatique. Dans le cadre d'études sur la formation des salars (lacs salés) de l'Altiplano bolivien, des campagnes de sondage ont conduit à déterminer les zones les plus favorables à l'exploitation de lithium et de potassium, ressources qui pourraient permettre le développement d'une **industrie** chimique dans ce pays.

La chaîne andine demeure un chantier privilégié des recherches et de coopération pour les sciences de la terre à l'Orstom. Les résultats qui y sont acquis, outre leur intérêt régional fondamental et appliqué, sont transposables à de nombreuses chaînes de montagnes plus anciennes.

## Classification des sols

En 1946, lorsque les premiers pédologues de l'Institut commencèrent leurs recherches en zone tropicale, les sols de ces régions étaient, dans leur quasi-totalité, de nature inconnue. Ils se fixèrent alors comme mission première d'en dresser un inventaire général assorti de **cartes** à petite ou moyenne échelle. Parallèlement, ils créèrent



Photo Georges-Henri Sala

Intergrade entre un podzol et un sol ferrallitique. Kalimantan. Indonésie.

un centre de **formation** en pédologie, jusqu'alors inexistant en France, de façon à constituer un corps de chercheurs aptes à travailler sur le terrain. Objectif majeur poursuivi par les pédologues dans les années 1950 et 1960, les inventaires pédologiques prirent une importance considérable au lendemain des **indépendances** car ils répondaient aux nécessités d'une connaissance globale de ces nouveaux territoires et d'une politique de développement accéléré.

Ces recherches exploratoires entreprises de 1947 au début des années 1970 ont permis de classifier de façon exhaustive les grands types de sols rencontrés en Afrique de l'Ouest (sols minéraux des déserts, sols subdésertiques, sols steppiques ou isohumiques, sols ferrallitiques lessivés ou non lessivés, sol ferrugineux, sols hydromorphes) et d'en définir la répartition spatiale du Maghreb à l'équateur. Des travaux de reconnaissances pédologiques ont été parallèlement menés dans les îles du Pacifique (Nouvelle-Calédonie et Nouvelles-Hébrides), à Madagascar, en Guyane, et au Brésil, dans la région du Jaguaribe. Les résultats de ces inventaires furent rassemblés dans une base de données informatisée créée au **centre de recherche** de Bondy en 1968.

A partir de 1970, ces travaux de typologie et de classification ont été progressivement abandonnés au profit de recherches sur la **dynamique des sols** tropicaux, prenant en compte leurs différents processus de transformation dans l'espace et dans le temps. Il n'en reste pas moins que ces premières recherches exploratoires ont offert une base scientifique solide aux études menées ultérieurement ainsi qu'à de nombreuses opérations de mise en valeur des sols tropicaux.

## Climats océaniques

Parce qu'il assure la redistribution de l'excédent thermique de la planète emmagasiné dans les régions chaudes, l'océan tropical joue un rôle essentiel dans l'évolution du climat mondial et dans l'apparition de certains phénomènes climatiques qui, comme **El Niño** sont particulièrement désastreux pour l'équilibre fragile des pays en développement. Aussi, au début des années 1980, les océanographes de l'Orstom ont-ils inscrit au cœur de leurs recherches l'étude du rôle de l'océan tropical sur le devenir à court et à long terme du climat de la planète, offrant ainsi un nouvel élan à leur discipline.



Photo Philippe Hisard

Mise à l'eau d'un profileur de courant lors du programme Focal 3.

Dans l'océan Pacifique, les études sur les interactions entre le climat et l'océan se sont appuyées sur les informations recueillies au cours de campagnes océanographiques réalisées périodiquement ainsi que par le réseau de surveillance transocéanique Surtropac. Mis en place dès 1969, celui-ci est constitué de navires marchands chargés de collecter le long de lignes régulières des données de surface et de profondeur (météorologie, température et salinité de l'eau). Dans l'Atlantique, le programme Focal (programme français océan et climat dans l'Atlantique équatorial) lancé en 1981 pour une durée de quatre ans, conjointement à Sequal, une expérience américaine du même type, a eu pour objectif d'observer et d'analyser les variations saisonnières et interannuelles des flux des masses d'eau et de chaleur transportés par le système de circulation équatorial atlantique sous l'action du vent.

Ces réseaux d'observation (cf. **observation de l'océan**) et l'ensemble des études hydroclimatiques réalisées à partir des données recueillies permettent aujourd'hui à l'Institut de participer au programme international Toga lancé en 1985 pour une durée de dix ans. Celui-ci a pour objectif de réunir dans la ceinture tropicale les données de base (océaniques, continentales et atmosphériques) et les connaissances nécessaires à la construction de modèles numériques qui permettront de prévoir les fluctuations du climat à des échelles allant de quelques mois à quelques années. Avec des instituts nord-américains, australiens et japonais, l'Orstom est chargé dans ce cadre de gérer un réseau de mesures en profondeur et en surface dans les trois océans. Le dispositif actuel qui ne cesse de se développer comporte en outre un réseau de bouées mouillées

dans le Pacifique équatorial et de bouées dérivantes dont les mesures sont transmises par satellite, permettant ainsi une surveillance en temps réel de la variabilité océanique.

Dans l'Atlantique tropical, l'Orstom a pris l'initiative en 1989 d'une expérience pilote de modélisation en temps réel de la circulation océanique de la zone tropicale, associant le laboratoire Lodyc à Paris au centre de Brest. Cette expérience menée pendant deux ans est actuellement conduite par Météo France.

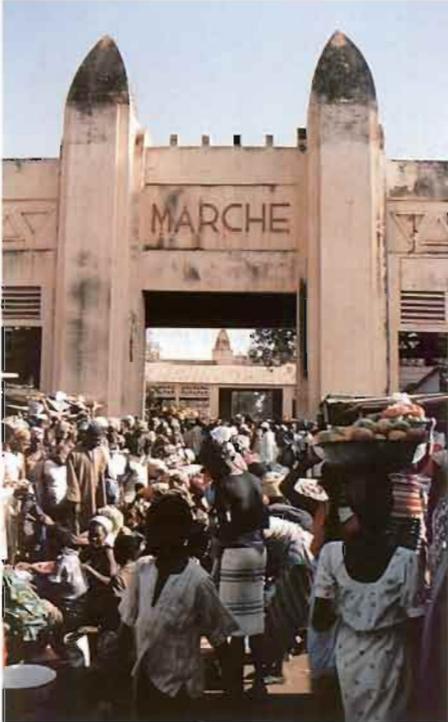
Par ailleurs, les océanographes du centre de Nouméa ont été appelés à participer en 1992 à une étude complémentaire (*Toga-Coare*) destinée à analyser les mécanismes d'échanges entre l'océan et l'atmosphère dans l'ouest du Pacifique, zone aujourd'hui encore mal connue des scientifiques et qui constitue le plus vaste réservoir d'eau chaude de l'océan (28°C sur 200 mètres de profondeur).

Alors que le programme Toga, pour des prévisions à moyen terme, se limite à l'étude des couches superficielles de l'océan tropical, l'un des objectifs du programme international Woce lancé en 1990, est la compréhension de l'évolution du climat mondial à long terme (au-delà de la décennie). La description et la modélisation de la circulation océanique en profondeur et en surface (courants, masses d'eau, vents, chaleur) dans l'ensemble des océans de la planète sont alors nécessaires. Dans ce cadre, la base Woce du centre de Cayenne s'est fixé pour objectif l'étude de la circulation dans le bassin Ouest Atlantique afin d'évaluer les flux méridiens de masse et de chaleur entre les deux hémisphères, grâce à des campagnes océanographiques réalisées au cours de deux saisons opposées, en hiver et en été.

## Commerce et commerçants

Au début des années 1960, certains économistes de l'Institut furent chargés d'étudier les modes de commercialisation des produits de l'agriculture

Photo Marc Pilon



Entrée principale du marché de Bobo-Dioulasso. Burkina Faso.

et de la pêche en usage dans les milieux ruraux africains. Ces premiers travaux essentiellement monographiques portèrent sur le commerce du mil et du poisson séché au Cameroun, des produits vivriers dans la vallée du Niari au Congo et des poissons au Tchad. Dans ce pays, l'étude réalisée de 1963 à 1966 dans le cadre d'un programme de recherche mené sous l'égide du CTFT conduisit à analyser les circuits commerciaux du poisson depuis les zones de production (lac Tchad) jusqu'aux marchés de

Fort-Lamy, des grandes plantations cotonnières tchadiennes et du Nigéria.

Ces études connurent un nouvel élan à partir de 1980 avec la mise en place au sein de l'Institut d'une unité de recherche pluridisciplinaire sur la maîtrise de la **sécurité alimentaire** dans les pays en développement, qui mit l'accent sur l'analyse des conditions de la production agricole vivrière et de sa commercialisation. En 1984, des enquêtes économiques ont été ainsi entreprises au Togo, en Côte d'Ivoire et à Madagascar sur les filières de commercialisation de produits vivriers, depuis leur exploitation jusqu'à leur mise en vente sur les marchés, et sur la répartition des revenus issus de ces productions entre les différents opérateurs (agriculteurs, coopératives, maraîchers, etc.).

Par ailleurs, à partir de 1986, un programme d'économie eut pour objectif la mise en place d'un système d'information sur les prix pratiqués sur les marchés africains. Des banques de données informatisées ont ainsi été créées au Togo, au Bénin et au Burkina Faso, de façon à offrir aux décideurs de ces pays une source d'information fiable sur les prix du marché (produits agricoles, biens manufacturés et services) et leur permettre de traiter les données acquises grâce à un logiciel (Ema) conçu dans ce cadre.

## Coopération scientifique et technique

Au lendemain des **indépendances** africaines, l'Orstom poursuit sa mission au service de la recherche dans

les pays de la zone tropicale et de leur développement social, économique et culturel. Pour pallier la faiblesse, voire l'inexistence, des structures nationales de recherches scientifiques des pays africains où il intervenait, l'Office procéda à d'importants recrutements et renforça son dispositif de recherche et de **formation**, modernisant ses infrastructures et ouvrant de nouveaux **centres**. Progressivement, cette politique d'assistance ou de recherche de substitution se mua en une véritable coopération scientifique et technique de plus en plus proche de celle que l'Institut pratiquait déjà en Amérique latine, au Maghreb-Machrek et en Asie. Cette évolution fut suscitée à la fois par la remise en cause de cet assistantat scientifique que l'on accusait de se limiter trop souvent à une recherche de substitution, par l'émergence de structures de recherches nationales dans les pays en développement dont il convenait de tenir compte ainsi que plus récemment par une volonté politique affichée de développer la recherche française dans le tiers-monde dans le sens d'un plus grand partenariat.

En 1976, pour la première fois, la politique de coopération scientifique avec les pays en développement fut retenue comme l'un des objectifs prioritaires dans un plan national de la recherche française (VIIe plan). Les objectifs fixés dès lors aux programmes de recherche mis en œuvre tant par l'Orstom que par les instituts agronomiques tropicaux réunis au sein du Gerdat étaient de participer au développement des régions du monde les moins favorisées en

contribuant à l'amélioration de leur potentiel scientifique et technique.

En 1982, la loi d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France confirma cette évolution en consacrant l'un de ses programmes (Programme mobilisateur n° 4) « à la recherche et à l'innovation technologique au service des pays en voie de développement ». Celui-ci soulignait notamment la nécessité d'aider les pays du tiers-monde à maîtriser leur développement par le renforcement de leurs propres capacités scientifiques et technologiques.

La mise en œuvre de cette politique de coopération présupposait une réforme en profondeur de l'Office dont l'organisation et les principes de pro-

Photo Alain Borgel



Unité de recherche en cultures *in vitro* Isra-Orstom. Sénégal.

grammation scientifique n'avaient pas été modifiés depuis le décret de 1960 promulgué au lendemain des indépendances. Adoptée en juin 1984 au terme de deux années de concertation tant au sein de l'Office qu'avec les pays partenaires, cette réforme a fixé à l'Orstom les principes de son actuelle organisation. Sous la double

tutelle du ministère de la Recherche et de celui de la Coopération, l'Orstom a désormais pour mission de promouvoir et réaliser des recherches scientifiques et techniques susceptibles de contribuer de façon durable au progrès économique, social et culturel des pays en développement et d'assurer leur indépendance. Sur le terrain, les actions de recherche doivent être conçues et menées en accord avec les gouvernements ou les institutions scientifiques et techniques des pays concernés avec lesquels sont établis des protocoles et des conventions de coopération. Signe de ces changements, l'Office, tout en conservant son ancien sigle Orstom, a été rebaptisé « Institut français de recherche scientifique et technique pour le développement en coopération ».

Dans l'esprit de la réforme de 1984, une politique volontariste de partenariat scientifique de l'Orstom avec les pays en développement a été mise en œuvre. Des départements pluridisciplinaires, correspondant à des grands découpages thématiques, servent de cadre de définition aux programmes de recherche conçus et réalisés avec des instituts scientifiques et des chercheurs des pays partenaires. Ainsi, près de cinq cents chercheurs originaires des pays en développement coopèrent avec leurs collègues français au sein de ces programmes de recherche. De nouveaux outils de formation à la recherche et de partenariat ont été mis en place en vue de conforter les communautés scientifiques nationales et favoriser leur intégration à la recherche internationale. Des actions sont entreprises, notamment en Afrique francophone, afin de favoriser l'intégration des centres Orstom dans les dispositifs nationaux de recherche, de créer des laboratoires mixtes dont la gestion est prise en

charge conjointement par l'Institut et les pays partenaires, et de développer des réseaux scientifiques internationaux associant les pays du Sud avec ceux du Nord.

Enfin, l'Orstom a participé à la création d'une association d'instituts français de recherche, Aire Développement, destinée à soutenir les chercheurs du Sud pour leur permettre de rester dans la recherche et constituer des équipes insérées dans la recherche internationale.

## Crevettes

Au cours de leurs recherches sur la faune des fonds de l'océan tropical, les océanographes de l'Orstom ont étudié les crevettes littorales qui peuvent constituer des ressources importantes pour l'économie de pays côtiers.

Les chercheurs de la station océanographique de Nosy Be ont entrepris dès 1951, et essentiellement de 1958 à 1960, le recensement des fonds à crevettes le long du littoral malgache. Très vite, leur attention a été attirée sur la pêche aux pièges pratiquée par les populations côtières qui touchait essentiellement les jeunes crevettes. Des études sur la biologie des formes larvaires et juvéniles ont montré qu'un développement incontrôlé de ce mode de capture traditionnel pouvait présenter un danger pour le développement des espèces commerciales et entrer partiellement en compétition avec la pêche au chalut. Ces résultats et l'essor rapide de la pêche industrielle ont conduit les chercheurs de Nosy Be à mettre en place dès 1968 un système complet de statistiques sur les captures et les stocks



Crevettier au large de la Guyane après remontée des chaluts.

de crevettes dans les eaux malgaches qui vint enrichir leurs recherches sur la biologie des espèces. Ces études ont été interrompues en 1975 lors de la fermeture de la station.

Peu développée jusqu'en 1965, la pêche aux crevettes dans le golfe de Guinée a connu un réel essor au cours des années suivantes, notamment au Sénégal et en Côte d'Ivoire. Après des études sur le cycle biologique des crevettes du fleuve Casamance et au large des estuaires du sud sénégalais, entreprises en 1964, un programme a été mis en place en 1969 par le **centre de recherche** océanographique d'Abidjan tant en mer qu'en lagune où les crevettes vivent leur phase juvénile. Dans ces deux milieux, les chercheurs ont effectué une surveillance de l'état du stock exploité et effectué des analyses biologiques sur les espèces. En 1975, les données recueillies ont permis d'élaborer un modèle de simulation recréant l'évolution des populations soumises à la pêche industrielle

ou artisanale et évaluant leur capacité de renouvellement. Achievée en 1980, cette étude a également offert la possibilité de prévoir l'évolution du stock face à de nouvelles stratégies d'exploitation ou à des modifications de la réglementation des pêches.

Les recherches sur les crevettes des littoraux de la zone tropicale se poursuivent aujourd'hui dans le cadre d'un programme lancé en 1986 le long du littoral guyanais – la pêche industrielle à la crevette est la première ressource économique de la Guyane –, avec une attention particulière portée, comme lors des études précédentes, au cycle de croissance des espèces.

Les chercheurs se sont également intéressés aux crevettes vivant dans la zone bathyale (200 à 1 000 mètres de profondeur). Des recensements des fonds et des possibilités de pêche ont été effectués à Madagascar, au Congo et plus accessoirement au Sénégal où la pêche était déjà pratiquée. Mais ces

captures en eau profonde présentant d'importantes contraintes économiques, dues notamment à des coûts d'exploitation élevés, la pêche aux crevettes ne s'est encore développée de manière satisfaisante que le long des côtes ouest-africaines.

## Crués

Construire des barrages, des ponts ou des réservoirs nécessite une parfaite connaissance des crues des fleuves ou des rivières sur lesquels ces infrastructures sont édifiées. Au cours des années 1960, de nombreux organismes d'État ou entreprises de travaux publics d'Afrique de l'Ouest et de Madagascar ont fait appel à l'Orstom pour que soient déterminés les débits des crues des cours d'eau faisant l'objet de projets d'aménagement.

Ce fut le cas, par exemple, pour la construction de la route du Dieri au Sénégal ou des voies ferrées Lomé-Niamey en Haute-Volta (Burkina Faso) et Man-San-Pedro en Côte d'Ivoire qui devaient franchir de nombreux cours d'eau.

De façon générale, les études réalisées à partir des observations recueillies sur le **réseau hydrologique** déployé au lendemain de la seconde guerre sur les grands bassins fluviaux d'Afrique de l'Ouest et du Centre, de Madagascar et de Nouvelle-Calédonie ont contribué à approfondir la connaissance des mécanismes de formation

des crues dans ces régions. Sur les petits bassins versants dont la superficie n'excède pas quelques centaines de kilomètres carrés, il a été fait appel à la technique des **bassins versants représentatifs** qui permet d'analyser les facteurs explicatifs de la genèse des crues et conduisit en 1965 à la publication d'une synthèse provisoire fournissant aux organismes d'aménagement les éléments de calcul des crues décennales (fréquence prise en compte pour le calcul d'ouvrages d'art) pour tout bassin versant inférieur à deux cents kilomètres carrés en Afrique de l'Ouest et du Centre.



Rivière en crue. Amérique latine.

Photo Jean-Louis Guyot

Au début des années 1970, l'apparition de nouvelles techniques de mesure, de traitement de l'information et d'analyse des mécanismes hydrologiques a permis une meilleure estimation des crues dans les régions tropicales. Dès lors ont été mis au point des **modèles hydrologiques** informatisés simulant les mécanismes des crues des petits bassins versants. Sur les bassins plus grands, les méthodes de simulation numérique ont été également appliquées. Mais, dans ce cas,

l'information hydrologique portant sur plusieurs décennies, des techniques d'analyses statistiques de la distribution spatio-temporelle des pluies et des débits ont été utilisées. Par ailleurs, à partir de 1980, certains fleuves, tels le Niger, l'Amazonie ou le Sénégal, ont été équipés de stations hydrométriques reliées à des satellites transmettant en temps réel ou peu différé les hauteurs d'eau pouvant être très rapidement traduites en débit. La surveillance satellitaire apparaît aujourd'hui comme une solution d'avenir pour la prévision et le contrôle des crues sur les grands bassins fluviaux tropicaux souvent difficilement accessibles.

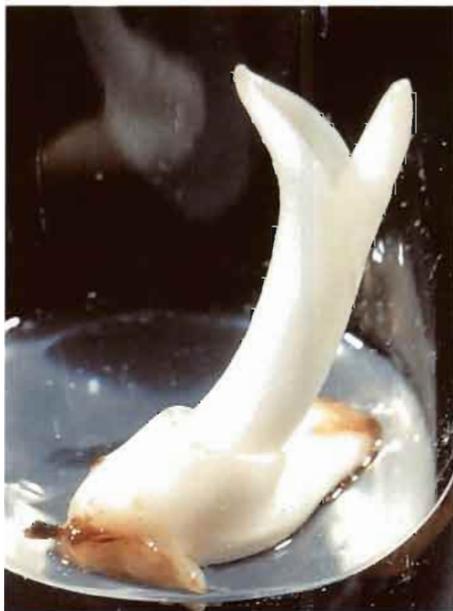
## Culture in vitro

Dans le cadre de leurs recherches visant à l'amélioration des rendements agricoles dans les pays tropicaux, les chercheurs du laboratoire de physiologie végétale de Bondy ont dès 1970 envisagé la possibilité de cultiver *in vitro* des palmiers à huile qui, en conditions naturelles sont incapables d'une reproduction végétative (autrement dit, ils ne présentent pas de rejets susceptibles d'être replantés et font donc plus difficilement que d'autres l'objet d'amélioration agronomique). En 1976, à la suite de ces études menées en collaboration avec l'IRHO, ils purent cultiver en tubes de petits plants de palmiers à huile à partir de fragments de jeunes feuilles. Les recherches se sont ensuite poursuivies en vue d'améliorer cette technique et de contrôler toutes les étapes du développement du palmier depuis la formation de l'embryon jusqu'au transfert du plant à la plantation.

Aujourd'hui bien maîtrisé, ce procédé d'embryogenèse somatique (clonage)

permet de reproduire à grande échelle des palmiers à huile sélectionnés génétiquement pour leurs performances en matière de productivité ou de résistance à certaines **maladies**. Cette technique a été transférée et testée en Côte d'Ivoire, en Malaisie et en Indonésie. Sur les deux mille cinq cents hectares plantés, les rendements d'huile ont augmenté en moyenne de 11 % et pour certains clones de 30 %. Dans ces pays, plusieurs laboratoires développent industriellement ce procédé et ont d'ores et déjà produit plus d'un million de vitroplants.

En 1981, des recherches ont également été lancées sur la culture *in vitro* du cocotier. Si l'application de cette technique s'est révélée dans ce cas plus difficile que pour le palmier à huile, elle a toutefois abouti en 1991 à l'obtention de clones. Les travaux aujourd'hui menés dans le laboratoire du centre de Montpellier s'orientent vers la mise au point de milieux favorisant la prolifération d'embryons somatiques en milieu liquide de façon à



Embryon somatique développé. Cocotier.

Photo Alain Rivet / Ifre-Orstom

assurer une production en masse de vitroplants.

Cette maîtrise des techniques de culture *in vitro* a par ailleurs ouvert de nouvelles voies pour la conservation des **ressources génétiques végétales**. En effet, un procédé, la cryoconservation, permettant de conserver à très long terme des embryons somatiques a été mis au point en association avec l'IRHO en 1986 et a amené à constituer des vitrothèques de **caféier**, de manioc et d'igname, venant enrichir les collections de géotypes végétaux constituées et conservées par l'Orstom depuis le début des années 1960 en Afrique de l'Ouest et dans de nombreuses autres régions tropicales.

## Dynamique des sols

Sous les tropiques, comme sous tout autre climat, les sols naissent, se transforment, s'altèrent... Leur nature superficielle et profonde est alors la résultante de cette longue chaîne de transformation. A la fin des années 1960, il est donc apparu important aux pédologues de l'Orstom d'enrichir leurs travaux d'inventaire et de **classification des sols** tropicaux entrepris depuis 1946 par l'étude de leur évolution, en profondeur comme en surface, et compte tenu de leur environnement (climat, topographie, tectonique, végétation, faune, activité humaine, etc.).

Entreprises à différentes échelles – de la structure microscopique du sol au paysage –, ces recherches

ont plus particulièrement reposé sur l'analyse des mouvements, internes ou externes, d'eau et de substances minérales ou organiques entrant dans leur processus de transformation. Dans ce cadre, certains types de sols firent l'objet d'études approfondies lancées, pour la plupart, en 1969 et poursuivies activement au cours des décennies suivantes : les sols ferrallitiques prédominant dans la zone équatoriale et tropicale humide (Brésil, Guyane, Afrique de l'Ouest et centrale, Madagascar, Nouvelle-Calédonie), les sols soumis à un excès d'eau ou salinisés (région du lac Tchad ou mangroves du Sénégal), les sols salés des **zones arides** (Sahel et Maghreb), enfin les sols d'origine volcanique particulièrement riches et fertiles (**chaîne andine**, Afrique centrale, îles volcaniques de l'océan Pacifique ou Indien, Indonésie). Parallèlement, des recherches ont été entreprises sur certains phénomènes spécifiques tel que l'**érosion** ou l'évolution des sols sous culture dans des programmes visant à en accroître la **fertilité**.

Au début des années 1980, ces recherches sur la dynamique des sols sont souvent devenues partie prenante de programmes pluridisciplinaires sur le fonctionnement d'écosystèmes tropicaux soumis à de multiples facteurs de



Parcelles expérimentales pour mesurer l'érosion. Equateur.

Photo Georges de Noni

transformation (**sécheresse**, averses violentes, irrigation, agriculture, sylviculture, etc.), tels que les **écosystèmes forestiers**, les zones arides ou la savane. De 1984 à 1989, l'évolution des sols en savane humide a ainsi été étudiée de façon approfondie à partir d'un site représentatif d'une centaine d'hectares, le **bassin versant** de Booro-Borotou en Côte d'Ivoire. Menées par une équipe de pédologues et hydrologues français et ivoiriens (université d'Abidjan, ENSTP de Yamoussoukro, CNRS, Orstom), ces recherches, combinant l'analyse des organisations pédologiques et la mesure des flux hydriques, ont notamment permis de déterminer le rôle majeur joué par la végétation dans la protection des sols de savane contre le ruissellement des eaux de pluie.

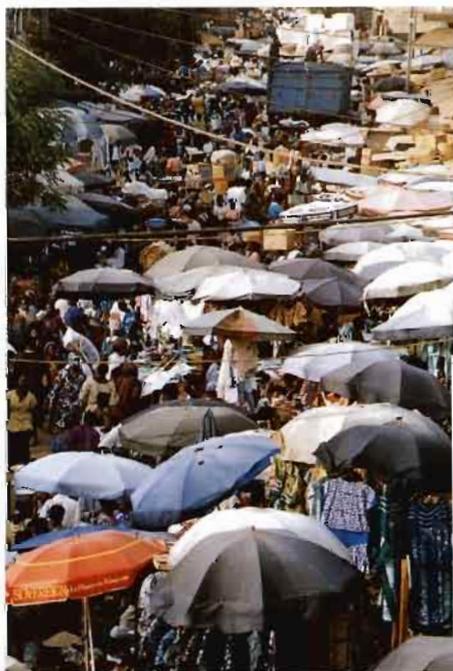
Plus récemment, les pédologues ont développé des recherches sur le bio-fonctionnement des sols tropicaux, jusqu'alors peu étudié. Centré en priorité sur l'Amazonie brésilienne, le Congo, la Martinique et les terres semi-arides du Sénégal, ce programme, lancé en 1992, vise à analyser les cycles biochimiques et l'activité biologique (faune, écologie microbienne) dans les sols et s'appuie sur le réseau international *Tropical soil biology and fertility* ainsi que sur le laboratoire d'écologie des sols tropicaux créé en 1993 par l'université Pierre et Marie Curie et l'Orstom.

## Dynamiques sociales

Parmi les recherches prioritaires définies à l'Orstom en 1964 figurait l'étude des communautés rurales à travers la dynamique des changements so-

ciaux qui les touchaient ou les avaient touchées. Cette thématique avait été en fait initiée vingt ans auparavant au Gabon et au Congo et avait conduit à la publication d'un ouvrage qui a fait référence dans l'histoire des sciences sociales de l'Institut, *Sociologie actuelle de l'Afrique noire*. Inspirées du modèle que celui-ci proposait, des recherches furent donc lancées au milieu des années 1960 au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Sénégal, à Madagascar et par la suite en Océanie (en Polynésie et en Mélanésie).

Ces recherches sur les changements sociaux dans les sociétés paysannes du tiers-monde ont été essentiellement menées au cours des années 1960 et 1970 par des sociologues et des anthropologues. Elles ont donné lieu à une série d'études monographiques de communautés rurales ou villageoises réalisées, un peu à l'instar de ce qui se faisait sur les **terroirs**, à partir d'observations sur le terrain. Fondées sur



Rue commerçante de Lomé. Togo.

Photo Christophe Brun

l'idée que les sociétés sont en perpétuel changement et que les crises qu'elles traversent sont révélatrices des dynamismes à l'œuvre, elles ont soulevé les problèmes rencontrés par les communautés rurales dans leur ajustement entre tradition et modernité, leur ouverture ou au contraire leur résistance à un modernisme impulsé par différents facteurs extérieurs tels que, par exemple, l'apparition de l'économie marchande, la mise en œuvre de politiques d'éducation ou encore la réalisation d'**opérations de développement**. Elles ont reposé sur un large recours à l'histoire et se sont attachées à rendre compte de l'évolution de ces sociétés à l'époque précoloniale, coloniale et néo-coloniale,

soulignant notamment que la colonisation avait, à côté de simples effets d'acculturation, induit des changements sociaux en profondeur.

Ces études sur les dynamiques sociales des milieux ruraux ont servi de modèles aux travaux des économistes et des géographes de l'Institut qui, aux prises avec des problèmes d'évolution, y ont puisé maints éléments (démarche historique, fonction de la parenté et de la famille, analyse de classes sociales, par exemple). Par ailleurs, elles sont devenues une méthode d'analyse privilégiée par les sociologues dès les années 1970, au cours de la décennie suivante et bien souvent aujourd'hui encore.

## Ecosystèmes aquatiques continentaux

Tout d'abord axées sur le milieu marin, les recherches menées par l'Institut sur les écosystèmes aquatiques ont été élargies dans les années 1960 aux milieux continentaux (fleuves, rivières, lacs et lagunes).

Les premières études hydrobiologiques furent lancées en 1963 sur le lac Tchad par une équipe pluridisciplinaire du centre de Fort-Lamy (N'Djamena) avec pour objectif de réaliser un bilan de la productivité de cet écosystème fluvio-lacustre. Après avoir analysé les composantes physico-chimiques des eaux (en particulier le mode original de la régulation saline du lac), évalué la densité du plancton animal et végétal, étudié les **réseaux trophiques**, les chercheurs orientèrent leurs études sur la biologie et la dynamique des poissons les plus exploités du lac, en particulier *Alestes baremoze*,

fort prisé par les pêcheurs tchadiens, qui fit l'objet de dix ans d'observation. Dès 1975, les conséquences de l'assèchement de la cuvette Nord du lac survenu après quelques années de **sécheresse** s'inscrivirent au rang des préoccupations majeures des hydrobiologistes.

Achevées en 1983 et menées pendant près de vingt ans, ces recherches sur le bassin tchadien ont ainsi permis de comparer le fonctionnement de cet écosystème lacustre avant et pendant la grande sécheresse et d'analyser les stratégies d'adaptation développées par les organismes vivants face à de nouvelles conditions climatiques.

L'autre grand écosystème lacustre étudié par les chercheurs de l'Orstom a été le lac Titicaca dont la situation particulière – isolé sur l'Altiplano bolivien à 3 800 mètres d'altitude, dans



Lac Titicaca. Bolivie.

un bassin sans exutoire – a contribué au développement d'une flore et d'une faune très spécifiques.

Entreprises en 1974 avec l'établissement de bilans hydrochimiques et énergétiques des eaux du lac, ces études ont porté par la suite sur les plantes aquatiques, très utilisées par les populations riveraines, le plancton végétal ainsi que sur les poissons qui firent l'objet d'un **inventaire** et d'études biologiques. Visant à une exploitation plus rationnelle des ressources du lac, ce programme mené en collaboration avec l'université de La Paz s'est poursuivi avec des recherches sur la composition et la répartition de la faune benthique (vivant au fond du lac).

Milieu de transition entre continent et océan, les lagunes constituent un écosystème spécifique souvent soumis à une pêche intensive et menacé par la **pollution**. En 1974, à la demande du gouvernement ivoirien, le **centre de recherches** océanographiques d'Abidjan a lancé un programme de recherches pluridisciplinaires sur l'équilibre physico-chimique et biologique de la lagune Ebrié : études sur la nature et le mouvement des eaux, la photosynthèse des algues, la densité

du zooplancton, l'activité bactérienne et la production d'invertébrés benthiques constituant la nourriture de plusieurs espèces de poissons activement pêchés.

Actuellement en cours, ces travaux ont offert une base scientifique à des essais d'**aquaculture**.

Les premières études sur les écosystèmes des rivières et fleuves

tropicaux ont commencé en 1974 avec une étude sur les cours d'eau ivoiriens traités par insecticide dans le cadre de la lutte contre les simulies, vecteurs de l'**onchocercose**.

Des recherches fondamentales sur la biologie et l'écologie des organismes (algues, **insectes** et poissons) vivant dans ces milieux fluviaux ont été ainsi développées afin de pouvoir déterminer les effets à court et à long terme des épandages sur la faune et la flore aquatiques (cf. pollution des eaux) tout en améliorant la connaissance de leur biologie. Dans les années 1980, ces études sur les écosystèmes fluviaux se sont étendues à la Guinée, à la Guyane, et à l'Amazonie brésilienne avec pour objectif d'analyser l'influence de l'environnement sur la diversité de leur faune. Les travaux effectués ont ainsi conduit à comparer des écosystèmes aux caractéristiques voisines où les espèces, appartenant à deux continents distincts, ont évolué de façon différente depuis près de cent cinquante millions d'années. A terme, ces recherches devraient permettre d'élaborer des modèles de fonctionnement des communautés de poissons vivant dans les fleuves tropicaux et de prévoir l'impact des

perturbations liées à l'exploitation des fleuves (pêche, barrages, etc.) sur l'équilibre de ces milieux.

## Ecosystèmes forestiers

Depuis près de trente ans, les botanistes de l'Orstom ont consacré une importante part de leurs travaux aux forêts tropicales. Après avoir étudié le fonctionnement et la régénération des forêts subéquatoriales en basse Côte d'Ivoire puis en Guyane dans le cadre de la contribution française au PBI initié à la fin des années 1960 par l'Icsu, ils orientèrent leurs recherches sous l'impulsion de nouveaux programmes internationaux sur les effets de l'activité humaine sur l'équilibre des écosystèmes forestiers tropicaux.

En 1973, le ministère de la Recherche scientifique de Côte d'Ivoire lança en collaboration avec de nombreux instituts scientifiques ivoiriens et étrangers, dont le centre Orstom d'Adiopodoumé, un important programme de recherches pluridisciplinaires sur les conséquences des modifications apportées par l'homme au fonctionnement de l'écosystème de la forêt de Taï, située au sud-ouest de ce pays dans une région promise à un fort développement économique.

Ces études ont été soutenues par l'Unesco dans le cadre de son programme Mab initié en 1971 avec l'objectif de promouvoir des études visant à concilier l'exploitation de ressources terrestres et la protection des milieux naturels.

Achévé au début des années 1980, le projet Taï a eu le mérite d'associer des

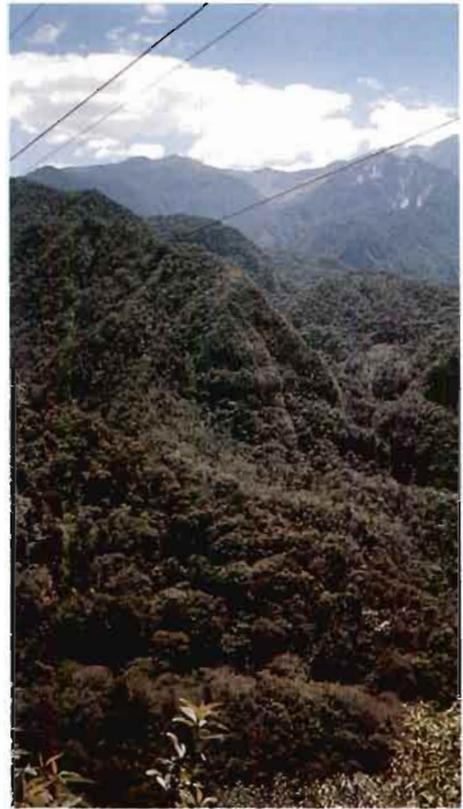


Photo Jean-Louis Guillaumet

Forêt amazonienne sur les contreforts orientaux des Andes en Equateur.

thèmes d'études très diversifiés offrant une approche globale du fonctionnement de cet écosystème : composition et régénération du couvert forestier naturel, impacts du développement de cultures et de l'exploitation forestière sur l'équilibre de la forêt, évolution de la faune, dynamique et activités (rythmes des défrichements et techniques culturales) des communautés rurales. En 1976, alors que le gouvernement français venait de lancer un plan d'exploitation agrosylvicole dans la forêt guyanaise, la DGRST confia au CTFT, à l'Inra, au Museum national d'histoire naturelle et à l'Orstom la mise en œuvre d'un programme pluridisciplinaire (Ecerex) sur le fonctionnement de cet écosystème de façon à fonder sur les résultats acquis des modèles d'aménagement susceptibles d'être

généralisés. Soutenues par l'Unesco dans le cadre du Mab, ces recherches ont déjà donné des résultats significatifs, tant sur le plan fondamental (importance des chablis dans la genèse des couverts forestiers, rôle des animaux dans la dispersion des graines et donc dans la dissémination des espèces végétales, etc.), qu'en matière d'aménagement forestier (techniques de défrichement compatibles avec le maintien de la **fertilité des sols**, par exemple).

Parallèlement à ces travaux en Guyane, les chercheurs de l'Institut conduisent actuellement des recherches pluridisciplinaires sur d'autres massifs forestiers tropicaux.

En collaboration avec l'INPA, le musée Goeldi et l'université de Nanterre, l'Orstom a ainsi lancé un programme d'étude sur l'*extractivisme* (activités de collecte de produits forestiers non ligneux : latex, résine, fruits, fibres, etc.) en Amazonie brésilienne pour évaluer la viabilité de cette activité, source importante de ressources pour de nombreuses familles amazoniennes, et proposer des améliorations de cette exploitation de façon à réduire la pression sur la forêt tout en stabilisant les revenus des petits producteurs.

En Indonésie, les recherches visent à définir la capacité réelle des systèmes agroforestiers à maintenir la diversité biologique de l'écosystème régional et à définir le rôle de ces systèmes dans la conservation des ressources des forêts tropicales humides.

En Nouvelle-Calédonie, les chercheurs étudient la composition et le fonctionnement des forêts sèches fortement menacées par l'extension des pâturages de façon à envisager les moyens de les restaurer.

En 1992, le programme Ecofit, réalisé dans le cadre du PIGB, mit l'accent sur l'impact des changements clima-

tiques enregistrés depuis l'interglaciaire sur l'évolution des écosystèmes forestiers tropicaux. Menées en collaboration avec le CNRS, le Museum et différentes équipes universitaires au Cameroun, au Congo, en Guyane et au Brésil, ces études répondent à trois objectifs : identifier les caractéristiques biologiques et géochimiques des écosystèmes actuels, analyser les relations entre ces caractéristiques et la variabilité interannuelle du climat, reconstituer l'évolution des forêts depuis ces dix mille dernières années. Les résultats obtenus devraient aussi contribuer à modéliser le fonctionnement des forêts tropicales et prévoir leur réponse à différentes perturbations : changements brusques du climat, **sécheresse**, incendies.

## Ecosystèmes océaniques

Le milieu océanique constitue un atout économique majeur pour les pays tropicaux qui bénéficient d'une façade maritime. Présent dans les trois océans tropicaux au lendemain de la seconde guerre mondiale grâce à l'ouverture de plusieurs **centres de recherches** océanographiques en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, sur les côtes malgaches et ouest-africaines, l'Orstom s'est attaché à développer des programmes de recherche fondamentale sur ces écosystèmes, préalable essentiel tant à leur mise en valeur qu'à la préservation de leur équilibre. Aux côtés des travaux d'**inventaires** des organismes vivant dans l'océan tropical, les océanographes se fixèrent pour objectif dès la fin des années 1940 de décrire le fonctionnement biologique général de ce milieu en



Vue sous-marine d'un banc de poissons pélagiques en Martinique.

menant des études sur les différents échelons de la chaîne alimentaire (cf. **réseaux trophiques**) ainsi que sur les espèces benthiques (vivant dans les fonds) et pélagiques (vivant en pleine eau), notamment celles qui constituaient des **ressources** exploitables par la pêche. Dans ce cadre, l'accent a été mis sur les variations hydroclimatiques (vents, courants, température et salinité de l'eau) saisonnières et interannuelles – importantes bien que peu marquées en zone tropicale – modifiant l'équilibre biologique de ces écosystèmes. Ces recherches ont reposé sur des mesures de paramètres physico-chimiques et biologiques réalisées à partir des stations océanographiques côtières, de navires océanographiques et, depuis le début des années 1980, à l'aide de la télédétection satellitaire.

Dans l'océan Indien, les études entreprises dès 1953 par les chercheurs de la station de Nosy Be au nord-ouest de Madagascar ont d'abord porté sur

la production et l'évolution saisonnière du zooplancton et du phytoplancton le long des rivages de l'île, puis se sont étendues au canal du Mozambique à partir de 1972. La fermeture de la station océanographique trois ans plus tard a interrompu ces recherches.

Dans l'Atlantique tropical, les chercheurs des centres océanographiques d'Abidjan, de Pointe-Noire et de Dakar-Thiaroye ont étudié dès 1950 la diversité biologique du plateau continental du golfe de Guinée. Leurs recherches ont notamment porté sur les interrelations entre les variations de l'hydroclimat côtier, la richesse des eaux (sels nutritifs, matières organiques, apports de fleuves continentaux) et l'abondance des organismes vivants, depuis le phytoplancton jusqu'aux poissons.

Longtemps tournés vers l'**observation** des caractéristiques physiques du Pacifique, les océanographes des centres

de Nouméa et de Papeete se sont penchés sur certains écosystèmes spécifiques à cet océan en lançant en 1972 un important programme sur le lagon néo-calédonien et, six ans plus tard, sur les **atolls** polynésiens. Ils ont par ailleurs développé, dès 1982, des études sur les mécanismes de la production biologique dans les eaux oligotrophes (pauvres en biomasse et sels nutritifs essentiels à la croissance du phytoplancton) du Pacifique. De 1982 à 1984, une dizaine de campagnes réalisées sur le navire océanographique *Coriolis* a permis de déterminer certains facteurs favorisant l'enrichissement des eaux au voisinage des îles et jusqu'à trente milles au-delà des côtes de Nouvelle-Calédonie ainsi que dans le bassin nord-fidjien. Une relation a été ainsi établie entre les ondes océaniques internes – mouvement périodique oscillant de l'interface entre l'eau superficielle, chaude et pauvre, et l'eau profonde, fraîche et riche, mouvement amplifié dans le sillage des îles – et la production de plancton.

Ces programmes d'océanographie biologique dans le Pacifique se poursuivent aujourd'hui activement avec des études sur les écosystèmes coralliens dans les lagons et les atolls ainsi qu'autour des monts sous-marins et des **récifs**, riches d'une faune fortement exploitée par la pêche artisanale ou industrielle.

## El Niño

Tous les trois à cinq ans, au moment de Noël, apparaît le long des côtes du Pérou et de l'Equateur, un phénomène océanique, baptisé *El Niño*. On assiste alors à une augmentation de la température de surface de la mer et à

une renverse des courants côtiers, associées à une inversion de l'indice d'oscillation australe (différence de pression atmosphérique entre l'Indonésie et le Pacifique sud-est). Ce phénomène s'accompagne de pluies diluviennes dans des régions habituellement désertiques, ailleurs de **sécheresses** sans précédent, et chasse les poissons et les oiseaux de régions où la pêche et la récolte de guano sont des ressources majeures.

Les conséquences économiques et humaines des changements climatiques engendrés par *El Niño* sont telles qu'en 1985 la communauté scientifique internationale a lancé le programme Toga dont l'un des objectifs est de comprendre et de prévoir ce phénomène. Présent dans le Pacifique depuis 1946, l'Orstom y participe activement.

L'analyse des résultats des premières campagnes océanographiques menées dans le cadre de ce programme ainsi que des observations recueillies par le réseau Surtropac mis en place par le centre océanographique de Nouméa depuis 1969 (cf. **observation de l'océan**) ont, pour l'heure, permis de mettre en évidence certains mécanismes responsables de la variabilité hydroclimatique saisonnière et interannuelle du Pacifique tropical dans laquelle s'inscrit *El Niño*. En outre, l'utilisation des données altimétriques fournies d'abord par le satellite américain Geosat, puis par Topex/Poséidon, a conduit à déceler dans les variations du niveau de la mer la présence d'ondes équatoriales qui jouent un rôle déterminant dans le déroulement du phénomène.

L'ensemble des mécanismes d'*El Niño* n'étant pas encore totalement élucidé, pour compléter ces résultats partiels, des recherches sont actuellement menées sur le comportement des masses

d'eaux chaudes du Pacifique Ouest à travers leurs échanges d'énergie avec l'atmosphère ainsi que sur les effets des coups de vent d'ouest brutaux qu'elles génèrent sur le déclenchement du phénomène.

Parallèlement, sur la base des observations recueillies, le laboratoire du Lodyc, animé par des chercheurs du

CNRS, de l'université de Paris VI et de l'Orstom, développe des modèles numériques de circulation océanique qui prennent en compte l'ensemble de ces interactions entre l'océan et l'atmosphère. Ceux-ci laissent entrevoir la possibilité de prévoir dans un avenir proche les apparitions d'*El Niño* au moins une année à l'avance.

## Enquêtes démographiques et socio-économiques

Lorsque les économistes et les démographes de l'Institut commencèrent à la fin des années 1950 leurs recherches en Afrique, il n'existait que très rarement des informations statistiques fiables sur lesquelles fonder leurs analyses. Aussi se fixèrent-ils comme objectif majeur de créer des méthodes et des outils leur permettant de collecter sur le terrain des données nécessaires tant à la mise en œuvre de leurs programmes d'étude qu'à la réalisation de projets de développement initiés par de nombreux Etats africains au moment des **indépendances**.

Dès leurs premiers travaux en 1958, les démographes ont placé la définition de méthodes de collecte des données au premier rang de leurs préoccupations. Les pays ouest-africains où ils allaient être amenés à développer leurs recherches ne bénéficiaient en effet ni de recensements ni d'état civil, hormis dans certaines grandes **villes** et quelques localités où des registres paroissiaux étaient tenus depuis plusieurs décennies.

En 1962, ils entreprirent ainsi des enquêtes dans la région du Siné-Saloum au Sénégal auprès de cinquante mille personnes, puis dès 1965 au auprès de

vingt mille habitants de l'Adamaoua, enfin à Madagascar à partir de 1969. Ces premières expériences les amenèrent à mettre au point une méthodologie permettant d'appréhender la



Photo: Marc Pilon

Levée de parcelle au nord Togo.

structure et l'évolution démographiques d'ensembles régionaux. Aujourd'hui encore utilisée, cette méthode repose sur une observation suivie des populations et des principaux événements les affectant (naissances, décès, migrations) grâce à des « enquêtes à passages répétés », autrement dit des sondages auprès des populations renouvelés régulièrement (l'intervalle de temps maximum entre deux passages étant d'un an).

En 1974, les démographes de l'Institut entreprirent à la demande des Etats de l'Udeac d'autres enquêtes de ce type au Congo puis en Haute-Volta (pays Mossi). Dans ce pays, l'étude des migrations conduisit les chercheurs à concevoir d'autres techniques d'investigation, telles les enquêtes à intervalle pluriannuel (dites « renouvelées ») ou successives depuis le lieu d'attraction jusqu'aux zones d'émigration (dites « par palier »), mieux adaptées à la mesure des flux migratoires. Les résultats statistiques de ces investigations régionales ont souvent été enrichis par des enquêtes biographiques.

Dès leurs premiers travaux sur les structures paysannes africaines et malgaches entrepris à la fin des années 1950, les chercheurs de l'Institut avaient privilégié une approche de terrain centrée sur l'étude monographique de terroirs et de communautés rurales. Malgré tous les enseignements tirés de ces recherches, il apparut dans le courant des années 1970 que ces analyses micro-économiques étaient difficilement généralisables à l'échelon régional et national et ne satisfaisaient pas toujours aux besoins des planificateurs en matière de statistiques dans leurs opérations de développement. Aussi en 1975 les économistes de l'Orstom ont-ils constitué en collaboration avec l'Insee et le minis-

tère de la Coopération une équipe de recherche dont les études ont visé à améliorer les outils d'analyse socio-économique du milieu rural. La réflexion conduite par ce groupe baptisé Amira (Amélioration des méthodes d'investigation en milieux informels et ruraux d'Afrique, Asie et Amérique latine) s'est étendue à la fin des années 1970 au secteur informel (ensemble des activités économiques non enregistrées) qui, par sa nature même, n'avait pas été jusqu'alors intégré dans les statistiques nationales. Les travaux menés dans ce cadre ont notamment insisté sur la nécessité de prendre en compte les mutations des sociétés en développement à l'aide d'indicateurs de transition et de mettre en place des unités d'observation intégrant les différents niveaux d'information (quantitatifs et qualitatifs, micro- et macro-économiques) nécessaires à l'élaboration et au suivi des actions de développement.

La création au cours des années 1980 d'observatoires socio-économiques au Mexique, tout d'abord, puis en Afrique, s'est inscrite dans le droit fil des principes prônés par le groupe Amira. Leur objectif est de fournir aux décideurs un instrument d'observation et d'analyse des mutations en cours et des stratégies qu'elles induisent chez les acteurs du développement. Animés par des chercheurs de deux instituts de recherche camerounais (le centre universitaire de Dschang et l'Institut des sciences humaines) et de l'Orstom, dix observatoires constituant le réseau Ocisca (Observatoires du changement social et de l'innovation au Cameroun) ont ainsi été mis en place en 1990 sur l'ensemble du Cameroun et sont chargés de tenir à jour un tableau de bord des évolutions des secteurs économiques sensibles ou prioritaires pour le développement du pays.

# Environnement et santé

Si les recherches menées par l'Orstom en matière de santé dans les pays en développement ont longtemps été consacrées à des contextes épidémiologiques spécifiques liés aux principales endémies tropicales et à leurs vecteurs, à la fin des années 1970, des études pluridisciplinaires ont été entreprises afin d'appréhender de façon globale les facteurs de risque que peuvent représenter l'environnement et ses transformations sur l'état sanitaire des populations du tiers-monde.

L'onchocercose et la trypanosomiase ont été ainsi les premières maladies transmises à l'homme par des vecteurs à faire l'objet de programmes de recherches sur lesquels ont travaillé de concert des géographes, des entomologistes et des épidémiologistes. Lancées en 1978 en Haute-Volta et en Côte d'Ivoire, ces études ont mis en évidence le rôle de l'environnement sur les risques que les sociétés encourent face à ces deux maladies parasitaires. Il s'est ainsi avéré que des modes de gestion différents avaient eu des répercussions variables sur la diffusion et l'impact de ces endémies. Avec l'accélération des processus de développement, les thèmes des recherches se sont déplacés vers les risques sanitaires nés des bouleversements rapides et profonds provoqués par une urbanisation galopante ou des aménagements hydro-agricoles.

En 1982, une équipe associant géographes, sociologues, anthropologues, médecins, épidémiologistes s'est ainsi constituée pour mesurer l'impact du développement urbain sur la santé des citoyens dans trois grandes villes



Photo Michel Cot

Effluents de l'usine sucrière de Mbandjock, Cameroun.

d'Afrique qui offraient des possibilités d'approches méthodologiques différentes mais complémentaires : Maradi, cité précoloniale du Niger de quatre-vingt mille habitants, Pikine, immense quartier périphérique de Dakar, et Brazzaville. Menées en étroite collaboration avec des praticiens confrontés quotidiennement à des problèmes sanitaires, les études ont été consacrées tant à l'analyse des pathologies dominantes qu'à la définition d'indicateurs pertinents permettant d'identifier les facteurs de risque (densité démographique, habitat, eau potable, nuisances, etc.) et de planifier *in fine* des stratégies préventives ou des programmes de soins.

Tout comme la croissance urbaine, les aménagements agricoles et agro-industriels ont d'importantes répercussions sur la santé des populations dans les pays du tiers-monde. En effet,

ceux-ci présupposent souvent une modification totale des systèmes traditionnels de gestion de l'eau (création de réseau d'irrigation et de barrages par exemple) qui favorisent la pullulation de vecteurs et d'agents pathogènes (**insectes**, mollusques, **rongeurs**, parasites, bactéries, etc.) liés à l'eau. En 1989, un programme associant différentes disciplines scientifiques a été lancé pour déterminer l'impact de ces aménagements sur le développement de maladies. Celui-ci a été mis en œuvre sur deux environnements très différents : Mbandjock, ville du Cameroun en zone tropicale humide, où était implanté un complexe agro-industriel exploitant la canne à sucre, et la vallée du fleuve Sénégal dans le Sahel où la construction de deux barrages a profondément modifié l'environnement avec la création de vastes espaces irrigués. Alors que le bilan épidémiologique est en cours, l'objectif final de ce programme est de mettre en place des plans de prévention et de lutte simples, peu onéreux et adaptés aux conditions nouvelles nées de ces aménagements.

## Erosion des sols

Processus géologique « naturel », l'érosion des sols se trouve considérablement accélérée par une exploitation intensive des terres. Depuis près de cinquante ans, les pédologues de l'Orstom ont consacré une grande part de leurs travaux à l'étude de ce phénomène dont les conséquences sont souvent dramatiques dans les pays en développement : diminution des surfaces cultivées et de la **fertilité des sols**, inondations, ensablement des barrages et des réseaux d'irrigation. Selon la FAO, l'érosion aurait



Érosion par ruissellement sur sols cultivés.

provoqué dans les pays tropicaux une diminution de 30 % environ de la productivité agricole au cours de ce dernier quart de siècle.

Entreprises dès 1950, les recherches ont porté tant sur l'érosion éolienne, particulièrement intense dans les **zones arides**, que sur celle provoquée par le ruissellement de l'eau de pluie dans les régions humides et sur les sols en pente ou de structure instable. Ne pouvant se fonder sur la simple observation des phénomènes naturels trop aléatoires, les pédologues ont mis en place à partir de 1954 des parcelles expérimentales – dites Erlo (étude du ruissellement et du lessivage oblique) – pour l'étude de l'érosion sous l'effet de la pluie. La création en 1975 d'un simulateur de pluie permit une interprétation plus rapide et plus fine de leurs observations. Ces études ont été également menées

sur des ensembles plus vastes mais aussi plus complexes, tels que les **bas-sins versants**, en vue notamment de mesurer les effets de l'érosion sur le débit des fleuves (cf. **ressources en eau**) et la **qualité des eaux**

Les pédologues se sont attachés à étudier l'érosion des sols dans des environnements géographiques et climatiques aussi variés que possible. Ces études les ont conduits tant dans les forêts subéquatoriales (Guyane, Gabon, sud de la Côte d'Ivoire) et les savanes soudaniennes (Sénégal, nord de la Côte d'Ivoire, Bénin, Burkina Faso), que dans les régions méditerranéennes, sahéliennes ou désertiques (Niger, Tunisie, nord du Burkina Faso). Leurs travaux se sont enrichis depuis 1988 d'études sur les *tepetates* ou les *cangahua* du Mexique et d'Equateur, sols indurés mis à nu et rendus stériles par une érosion intense.

En Afrique comme en Amérique latine, ces recherches ont pour l'essentiel amené à évaluer les pertes en terre, à préciser les différents facteurs d'érosion (**sécheresse**, intensité de la pluie, topographie, nature du sol, végétation, activité humaine) et à mesurer le rôle joué par certaines couvertures végétales ou pratiques culturales dans la conservation des sols.

L'Orstom a par ailleurs récemment participé au programme international Glasold lancé par les Nations unies et visant à mesurer l'état réel de la dégradation des sols dans le monde. Achevée en 1992, l'étude confiée à l'Institut a permis de localiser – avec carte au 1/5 000 000e à l'appui – les terres dégradées par l'érosion hydrique et éolienne, la salinisation et l'acidification dans la moitié ouest du continent africain (soit vingt-six pays, du Maroc au sud du Zaïre, du Cap Vert à la frontière du Soudan).

Soulignant qu'il est souvent difficile de faire la part des effets de l'activité humaine ou de ceux des causes naturelles sur l'érosion des sols, ces recherches ont suscité de nombreuses questions sur le choix des politiques à mettre en œuvre, tant pour protéger les régions particulièrement fragiles comme le Sahel ou les régions côtières, que pour préserver celles encore peu dégradées comme le bassin forestier congolais.

## Fertilité des sols

L'évaluation de la fertilité des sols tropicaux – condition *sine qua non* à leur exploitation agricole – s'est, dès la création de l'Orstom, inscrite au cœur des recherches des pédologues, hydrologues et agronomes de l'Institut, qui ont, dans ce cadre, été souvent amenés à travailler en étroite collaboration avec les chercheurs du Cirad (ex-Irat/Gerdat), centre de recherche spécialisé en agronomie tropicale. Consacrées à une analyse des propriétés physiques (porosité, densité, perméabilité, induration) et chimiques (phosphore, soufre, potassium, azote, carbone) des principaux sols tropicaux, leurs premières recherches ont notamment permis de réaliser des cartes d'aptitudes culturales et de définir en 1961, pour l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, une échelle de fertilité des terres en fonction de leur teneur en azote (constituant indispensable à la croissance des plantes, mais dont manquent souvent les sols tropicaux). Ces études initiales ont été par la suite approfondies par de nombreux travaux, menés au Sénégal, en Côte d'Ivoire et au

Cameroun, sur le cycle de l'azote et du carbone dans les sols ; un programme de recherche sur les **symbioses fixatrices d'azote** a ainsi été lancé en 1977 et se poursuit actuellement.

Photo Georges de Noni



Versant aménagé en terrasse. Pérou.

La **sécheresse** est, avec le manque d'azote, l'un des principaux facteurs limitant la fertilité des sols dans la zone tropicale ; les chercheurs se sont donc attachés à évaluer l'aptitude à stocker l'eau des sols et à la restituer aux plantes. Au début des années 1970, l'utilisation de nouvelles techniques de mesures, tel l'humidimètre à neutron, permit l'élaboration d'une méthode simple d'évaluation des stocks et des flux d'eau. La caractérisation hydrique et hydrodynamique des principaux sols africains put être ainsi réalisée. La mise au point en 1982 d'un modèle informatique de simulation des relations entre l'eau, le sol et les plantes a facilité par ailleurs le calcul de ces bilans hydriques à une échelle régionale ; permettant d'évaluer les **ressources en eau** dans les sols en fonction de différents facteurs (pluie, ruissellement, drainage, évapotranspiration, irrigation), il est notamment utilisé pour optimiser les rendements agricoles.

Facteur d'**érosion**, d'un appauvrissement organique et d'un déséquilibre

minéral des sols, l'agriculture intensive et mécanisée amène également à une diminution de leur fertilité. Aussi dès 1950 et surtout à la fin des années 1960 – moment où l'abandon de

l'agriculture traditionnelle tendait à se généraliser dans les pays en développement – les chercheurs de l'Orstom ont-ils développé des recherches sur l'évolution de la fertilité des sols sous les différents types de cultures pratiquées en zone tropicale : cultures vivrières traditionnelles ou semi-mécanisées, plantations industrielles (bananiers, cotonniers, ananas, riz notamment), sylviculture

et systèmes agro-pastoraux des régions sahéliennes. Fondées sur l'analyse des interactions entre les plantes, l'eau et les sols, ces recherches ont visé à évaluer des techniques et des systèmes de culture aptes à accroître la productivité des sols tout en assurant leur conservation. De 1967 à 1976, une étude expérimentale fut ainsi entreprise en Côte d'Ivoire sur l'évolution de la fertilité des sols cultivés en plantes fourragères. Elle a permis de déterminer dans quelle mesure la culture de légumineuses pouvait se substituer au système traditionnel de jachère et ainsi instaurer un système de culture continue sans pour cela appauvrir les sols.

Menées sur différents terrains d'Afrique de l'Ouest et du Nord, de Nouvelle-Calédonie, des Antilles et d'Amérique latine, ainsi que dans divers laboratoires (le laboratoire Matières organiques des sols tropicaux de Fort-de-France, le laboratoire d'étude du comportement des sols cultivés de Montpellier, le laboratoire d'écologie

des sols tropicaux de Bondy), les recherches se poursuivent activement avec des études de la dynamique des matières organiques et des cycles biochimiques, et des études de la variation de l'état hydrique et de l'érosion des sols après leur mise en culture.

## Filariose de Bancroft

En 1964, des entomologistes et des parasitologistes de l'Institut entreprirent un programme de recherche sur l'une des maladies parasitaires les plus répandues dans les régions tropicales, la filariose de Bancroft, qui, sous ses formes les plus graves, peut provoquer une invalidité permanente. Leurs premiers travaux ont été consacrés à l'identification, la bioécologie et la dynamique des **insectes vecteurs** de la maladie tant dans les **villes** que dans les campagnes, en Afrique de l'Ouest, dans des îles de l'océan Indien (Madagascar, Mascareignes, Comores) et en Polynésie. Les chercheurs ont par la suite étudié les interactions entre l'homme, le parasite (une filaire) et le vecteur (l'anophèle dans les régions rurales d'Afrique et de Madagascar, *Culex quinquefasciatus* dans les zones urbaines est-africaines et malgaches, *Aedes polynesiensis* en Polynésie) de façon à mieux connaître le cycle de transmission de la filariose de Bancroft.

En Polynésie française, ces études ont conduit au début des années 1980 à l'élaboration d'un modèle mathématique permettant de quantifier une situation épidémiologique, d'en prévoir l'évolution et *in fine* d'évaluer les traitements chimioprophylactiques nécessaires.

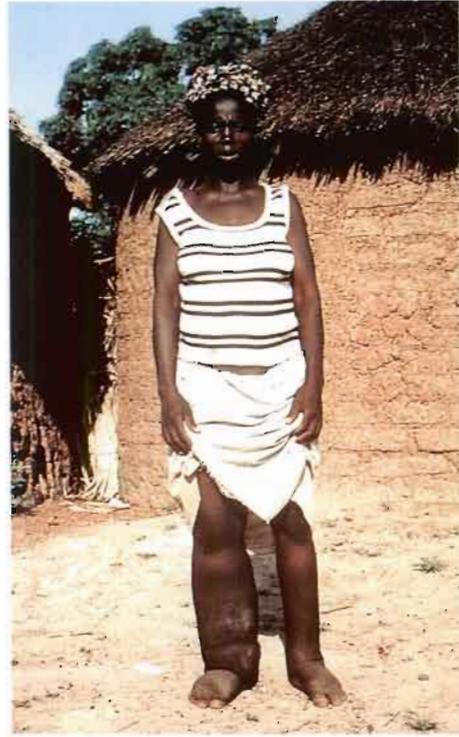


Photo Jean-Paul Henry

Malade atteint par la filariose de Bancroft.

A Tahiti, les entomologistes du centre Malardé ont dès 1979 orienté leurs recherches sur les moyens de **lutte biologique** contre *Aedes polynesiensis*. Les insecticides chimiques étaient en effet difficilement utilisables dans ce milieu insulaire fragile et les populations supportaient mal la diéthylcarmabazine, le médicament utilisé contre la filariose. Au terme d'études en laboratoire, l'action d'un crustacé, un copépode amateur de larves d'*Aedes*, est apparue efficace, voire même spectaculaire avec une réduction quasi totale des larves. Compte tenu de ces résultats, une campagne de lutte à grande échelle a été mise en place en 1987 dans l'atoll de Rangiroa où plus de 17 000 terriers de crabes, gîtes traditionnels de larves *Aedes*, ont été inoculés. Si une diminution significative des gîtes larvaires s'est d'abord manifestée, cet effet n'a pas persisté plus de quatre mois car les crustacés ne

résistaient pas à la dessiccation des terriers. En outre, il est apparu fort difficile d'introduire les copépodes dans les terriers. Face à cet échec, les chercheurs préconisent désormais une lutte contre la filariose fondée sur un assainissement des zones susceptibles d'abriter des gîtes larvaires, une meilleure éducation sanitaire des populations et le traitement des malades par l'ivermectine, un médicament micro-filaricide qui du fait de son efficacité et de ses effets secondaires réduits devrait prendre le relais de la diéthylcarbazine.

## Flores et herbiers

Depuis le début du siècle, le laboratoire de phanérogamie du Museum national d'histoire naturelle a entrepris la réalisation d'un certain nombre de flores tropicales, œuvre de longue haleine au regard de l'immense richesse du monde végétal sous ces latitudes (les deux tiers de la flore mondiale se trouvent dans les pays tropicaux). Présent au lendemain de la seconde guerre mondiale en Afrique, en Guyane et dans de nombreuses îles des océans Pacifique et Indien, l'Institut a participé à ces inventaires floristiques, essentiels tant à la connaissance qu'à la sauvegarde de la diversité des écosystèmes dans cette région du globe. Les premiers travaux entrepris par les botanistes de l'Orstom ont été conduits essentiellement en Afrique et à Madagascar. Ils ont permis, dès le début des années 1950, la constitution d'herbiers de référence conservés à Adiopodoumé, à Brazzaville et à Tananarive et dont les doubles ont été envoyés au Museum. Associés à des



Photo Jean-Jacques de Granville

*Maxillaria camaridii*, une orchidée épiphyte de la forêt guyanaise.

études taxinomiques, ces inventaires ont par ailleurs conduit à la publication de travaux floristiques.

À la fin des années 1960, alors que leurs études floristiques étaient devenues progressivement marginales en Afrique, les botanistes recentrèrent leurs travaux en Guyane ainsi que sur certaines îles de l'océan Pacifique et Indien. En Guyane, des missions de prospection et de collecte furent conduites dès 1955 le long des fleuves et dans une partie des massifs montagneux. Trente nouvelles espèces ont été ainsi décrites et soixante-cinq mille spécimens mis en herbier au centre de Cayenne qui a été récemment informatisé. Depuis 1983, les botanistes de ce centre travaillent à la rédaction de la flore des trois Guyane en association avec de nombreux instituts étrangers.

Dans le Pacifique, les botanistes du centre de Nouméa participent depuis 1967 à la flore de Nouvelle-Calédonie réalisée sous l'égide du Museum, auquel sont régulièrement envoyés des échantillons. Des prospections sont également menées dans d'autres

îles du Pacifique en vue de la rédaction et de la publication des flores du Vanuatu et de la Polynésie française.

Dès 1970, l'Orstom a assuré la coordination, en collaboration avec le MSIRI et le Jardin botanique royal de Kew, de l'inventaire floristique des Mascareignes (îles Maurice, Rodrigues et de la Réunion) et la rédaction d'une flore réalisés par une quarantaine de chercheurs français, anglais, américains et néerlandais. Achievés en 1980, les travaux de prospection ont permis la découverte d'espèces inconnues ou considérées comme disparues et dont un certain nombre a été mis en culture dans des jardins botaniques locaux. L'édition de la flore se poursuit et devrait être achevée rapidement. La flore des Seychelles a été lancée en 1981 à la demande du gouvernement de cet archipel et le premier volume consacré aux Dicotylédones est sous presse.

## **Formation à la recherche**

La formation de chercheurs spécialisés dans les milieux tropicaux fut la première mission assignée à l'Orstom lors de sa création en 1943, une tâche qualifiée « d'urgence » en l'absence d'un corps scientifique alors initié à la spécificité du monde tropical. De 1944 à 1955, une quinzaine d'enseignements relevant de disciplines aussi diverses que la phytopathologie, l'hydrologie de surface, l'entomologie médicale, la pédologie ou l'océanographie physique et biologique furent mis en place. Les premiers cours eurent lieu dans des établissements scientifiques parisiens en attendant l'ouverture en 1952 et 1953 de centres de for-

mation propres à l'Orstom à Bondy et à Adiopodoumé en Côte d'Ivoire. Cette mission de formation ne fut jamais démentie par la suite car l'Office, qui dépendait jusqu'alors du ministère de la France d'outre-mer, passa en 1960 sous la tutelle du ministère de l'Éducation nationale.

Les élèves admis dans les centres de formation de l'Office devaient être diplômés de grandes écoles, de l'Université ou de facultés de sciences, de médecine et de pharmacie. L'enseignement dispensé en pédologie, en phytogénétique, en entomologie vétérinaire et médicale, en océanographie physique et biologique était unique en France. Avec un système pédagogique qui préfigurait le troisième cycle universitaire, l'Orstom jouait un rôle de précurseur. L'enseignement était constitué de deux années, l'une théorique à Bondy, la seconde effectuée sur le terrain outre-mer, le plus souvent au sein de l'Institut d'enseignement et de recherche tropicale d'Adiopodoumé, mais également dans les autres centres de recherche qui s'étaient ouverts en Afrique, à Madagascar, en Guyane et dans le Pacifique. Au terme de cette formation, les élèves recevaient un diplôme et allaient pour l'essentiel rejoindre le corps de chercheurs de l'Office et pour certains d'entre eux les instituts agronomiques tropicaux. De 1944 à 1984, date à laquelle fut supprimé ce système pédagogique, près de mille cinq cents étudiants français et étrangers bénéficièrent de cette formation.

A l'origine destinés à former un corps scientifique français spécialisé, les centres de formation de l'Office se sont ouverts en 1953 aux étudiants étrangers originaires de pays tropicaux. Cette évolution se renforça au cours des années 1960, à la suite des

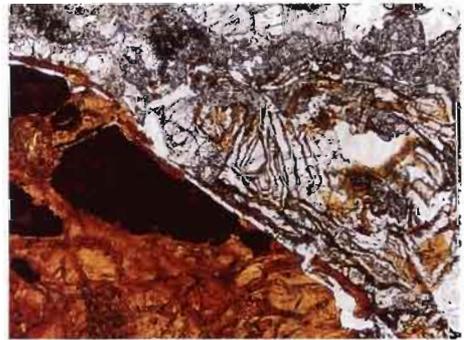
**indépendances**, alors que le processus de développement dans lequel s'engageaient les jeunes Etats nécessitait la mise en place de communautés scientifiques nationales. Si en 1965, les élèves étrangers représentaient moins d'un quart des étudiants, ils constituaient plus de la moitié des effectifs au début des années 1980. Jusqu'à la suppression du diplôme Orstom en 1986, quatre cent cinquante étudiants étrangers furent formés au sein de l'Institut.

La réforme de 1984 qui changea en profondeur l'organisation de l'Orstom modifia le système d'enseignement conçu quarante ans plus tôt. Si l'Institut, devenu établissement public à caractère scientifique et technologique, n'avait plus pour vocation d'être un institut d'enseignement ni de délivrer de diplôme, il devait associer à ses recherches une politique de formation visant à renforcer, soutenir et promouvoir les communautés scientifiques des pays en développement et favoriser leur intégration dans la recherche internationale. Pour répondre à cet objectif, un nouveau dispositif fut mis en place en 1986. Il constitue aujourd'hui un ensemble de procédures diverses – aides financières, appui au fonctionnement de structures de recherche, soutien pédagogique, accueil de plus ou moins longue durée au sein des équipes de recherche et des laboratoires de l'Institut – destinées à initier à la recherche des étudiants en fin de cursus tout comme à perfectionner ou spécialiser les compétences de chercheurs, ingénieurs et techniciens confirmés. En 1993, cinq cent douze chercheurs étrangers dont près des deux tiers originaires d'Afrique noire francophone ont ainsi bénéficié d'une formation au sein de l'Orstom. Parallèlement, l'Institut a renforcé ses liens

avec les universités françaises et étrangères où les chercheurs dispensent des enseignements, notamment en DEA – sa collaboration avec l'université d'Orléans a ainsi contribué à la création d'un DEA « Milieux et sociétés » –, et participent à des jurys de thèse.

## Gisements minéraux

Les pays tropicaux sont riches de gisements minéraux encore mal connus des scientifiques. Aussi les géologues et pédologues de l'Institut ont-ils étroitement associé à leurs programmes de recherche sur les structures des sols et des roches de la zone tropicale des travaux sur la genèse des concentrations minérales et les lois régissant leur accumulation dans les paysages.



Oxydation des sulfures de fer en hydroxydes de fer et de carbonates de zinc.

Les premières recherches de ce type furent entreprises, dès 1962, en Afrique de l'Ouest et en Nouvelle-Calédonie. Des prospections menées au Ghana, en Côte d'Ivoire et en Haute-Volta permirent par exemple de définir les règles de répartition des gisements de manganèse ouest-africains. En Nouvelle-Calédonie, une

Photo au microscope optique Alain Blet

étude approfondie des massifs de roches basiques et ultra-basiques (contenant peu de silice) amena à préciser les mécanismes d'accumulation sur ces roches d'un épais manteau d'altérites ferrugineuses et nickélifères qui constituent l'une des premières réserves mondiales de nickel. En 1977, la genèse des accumulations d'aluminium (bauxite) a fait également l'objet d'un programme de recherche au Brésil et en Côte d'Ivoire qui s'est poursuivi jusqu'au milieu des années 1980 et a permis de proposer *in fine* des protocoles de prospection aux services ou instituts miniers de ces pays.

A la fin des années 1970, de nouveaux programmes de recherche ont été initiés dans les Andes à la demande des services miniers ou centres de recherche boliviens et péruviens qui souhaitent approfondir la connaissance des potentialités minérales de leur territoire en vue de mieux programmer leurs campagnes de prospection minière. Ainsi, aux côtés de travaux sur les mécanismes de concentrations d'or dans la chaîne andine, les géologues, en collaboration étroite avec des instituts de recherche ou sociétés minières locales, ont porté au cours de ces deux dernières décennies un intérêt particulier à la formation des gisements de plomb et de zinc au Pérou et au Brésil, d'argent dans les Andes péruviennes, de lithium, de potassium et de bore dans les salars de l'Altiplano bolivien.

Ces recherches en Amérique latine, dont la plupart se poursuivent aujourd'hui, n'ont pas empêché le lancement de nouvelles études sur le continent africain : gisements d'argile en Tunisie, d'or au Gabon, au Mali et au Burkina Faso, d'uranium et de bauxite au Cameroun. Certaines de ces recherches ont débouché sur des résul-

tats particulièrement intéressants. Ainsi, les études géologiques entreprises en 1980 au Togo ont d'ores et déjà permis la découverte d'importantes formations de phosphates ainsi que des teneurs élevées en zinc, cobalt, nickel, cuivre et phosphore dans des formations géologiques nommées « chapeaux de fer ».

## Hévéa

L'hévéa constitue la source quasi unique de caoutchouc naturel, substance synthétisée à partir du latex obtenu par incision de l'écorce. Dans le cadre de recherches menées en collaboration avec l'Irca et visant à accroître la production de cette ressource de première importance dans l'économie des pays tropicaux, les chercheurs du laboratoire de physiologie végétale de l'Orstom étudient,

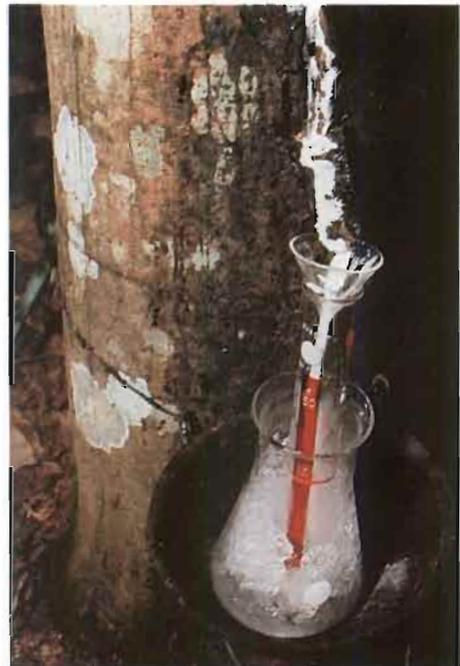


Photo Bernard Morin

Récupération du latex sur un hévéa.

dès 1965, les processus physiologiques et biochimiques intervenant dans la production (système lacticifère) du latex chez l'*Hevea brasiliensis* ainsi que les traumatismes causés à l'arbre par la saignée.

Quinze années de travaux menés pour l'essentiel au centre d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) ont abouti à une connaissance approfondie des processus déterminant l'alimentation en eau, en minéraux et en glucides du système lacticifère et des mécanismes régulateurs permettant la biosynthèse du latex. Il a été ainsi démontré, entre autres, que la production du caoutchouc était dépendante des variations du pH, des concentrations en ions et de divers paramètres biochimiques. De même, le rôle des lutoïdes (vacuoles du latex) sur l'écoulement du latex a pu être mis en évidence. Ces études physiologiques et biochimiques qui aujourd'hui se poursuivent activement ont offert des données fort utiles à la mise au point de tests de sélection d'arbres plus productifs.

Longtemps centrées sur la seule production de latex, ces recherches se sont étendues en 1972 aux mécanismes de croissance de l'arbre lui-même – on a pu ainsi découvrir que 63 % de la croissance de l'hévéa s'effectuait la nuit – et, au cours des années suivantes, à l'écosystème global dans lequel se développe cette espèce. Dans ce cadre, un bilan des transferts d'énergie entre des couverts d'hévéas, le sol et l'atmosphère a permis de déterminer le rôle de certains facteurs (eau, radiations solaires, chaleur, gaz carbonique) sur la croissance et la productivité de ces arbres. Tout récemment, des travaux menés en Thaïlande se sont orientés vers une connaissance plus fine de la production du latex grâce à la physiologie moléculaire.

## Identités et patrimoines culturels

Les civilisations et les cultures des régions tropicales ont dès la création de l'Institut ouvert un vaste domaine de recherche investi par des anthropologues, des ethnologues, des archéologues, des historiens, des linguistes et des musicologues. A l'origine exploratoires, ces études se sont au cours des années 1970 et des décennies suivantes inscrites au cœur de la problématique du développement des pays tropicaux, tant pour permettre aux nouveaux modèles socio-économiques proposés de prendre en compte l'identité et les traditions des populations concernées que pour sauvegarder leur mémoire et leur patrimoine.

Élément constitutif des cultures, les langues ont fait l'objet dès 1948 de programmes de recherche au sein de l'Institut, notamment sur le continent africain où la situation linguistique est d'une extrême complexité du fait de la multiplicité des langues vernaculaires, véhiculaires ou officielles pratiquées. Des linguistes ont ainsi développé, le plus souvent en collaboration avec le Centre national de la recherche scientifique, des travaux d'inventaire et des analyses descriptives des langues propres à certaines ethnies d'Afrique de l'Ouest et du Centre (langues bantoues au Congo et au Gabon, langues des Koma-Gimbé, tchadiques, fulfulde et adamawa au Cameroun), d'Océanie (archipel de Tahiti) et d'Amérique latine (Guyane, Amazonie brésilienne).

Parallèlement à ces recherches, des campagnes d'enregistrement de traditions orales (contes, récits épiques, musiques et chants traditionnels, rituels)



Danse de la pluie. Guérisseur de la région des Kimberleys. Nord-Ouest de l'Australie.

ont été conduites dans de nombreux pays de la zone tropicale et les documents recueillis ont été réunis au sein du Ceto, centre créé en 1968 et qui à la fin des années 1970 comptait près de quinze mille documents sonores enregistrés et répertoriés.

Au cours des années 1980, certaines de ces études linguistiques ont été étroitement associées à des opérations de développement économique ou socio-éducatif. En Guyane, un projet

d'éducation bilingue (français-langues amérindiennes) lancé en 1982 en collaboration avec le CNRS et l'université de Strasbourg et destiné à introduire les langues maternelles (galibi, wayampi, emerillon) à l'école, conduisit à rédiger des livrets didactiques et à mettre en place un enseignement bilingue, notamment en galibi, langue amérindienne parlée sur la côte guyanaise. Des expériences similaires ont par ailleurs été menées et se poursuivent aujourd'hui au Cameroun, à Tahiti et en Amazonie brésilienne.

Inventorier et sauvegarder le patrimoine de civilisations anciennes et, par là-même, reconstituer l'histoire des peuplements et l'évolution des paysages dans les régions tropicales a également constitué un objectif poursuivi par les chercheurs, en particulier dans les sites menacés par la désertification au Sahel et les milieux insulaires fragiles d'Océanie.

Des recherches sur les civilisations néolithiques et post-néolithiques du Sahara central et méridional ont été

ainsi entreprises dès 1970 dans le Ténéré au Niger et conduisirent des archéologues à développer des études sur l'art rupestre dans l'Aïr, sur l'évolution de l'occupation humaine dans le massif de Termit et, plus récemment, dans la vallée fossile de l'Azawagh.

Outre la découverte de sites archéologiques riches d'informations sur la vie de l'homme saharien à la fin de la préhistoire (Iwelen notamment) et sur l'invention de la métallurgie (Termit,

Azawagh), ces recherches permirent de mieux connaître les débuts de la civilisation néolithique, il y a presque dix mille ans, dans cette région du monde.

Inventorier, étudier, valoriser les patrimoines des régions tropicales présupposait également que des recherches sur les groupes ethniques détenteurs de ces cultures soient effectuées. Entreprises dès 1948 en Nouvelle-Calédonie et dix ans plus tard au Congo, pour s'étendre par la suite à d'autres régions tropicales (Afrique Noire, Madagascar, Océanie), des enquêtes ont été ainsi menées sur l'organisation socio-culturelle de certaines ethnies et ont conduit à la publication de très nombreuses monographies. Ces études ont amené les chercheurs à s'interroger sur les facteurs d'acculturation qu'ont pu constituer pour ces sociétés traditionnelles les dominations subies au cours de l'histoire (esclavagisme, christianisation, période coloniale). Au cours de ces dernières années, les études ont été développées sur les contextes modernes des changements culturels et des processus d'affirmation ou de construction identitaires, notamment en Asie, en Amérique latine, dans les Caraïbes et dans le Pacifique.

## Indépendances

En 1958, l'adoption de la nouvelle constitution de la République française entraîna la disparition du ministère de la France d'outre-mer, sous la tutelle duquel se trouvait l'Orstom depuis 1953, et deux ans plus tard, les colonies françaises d'Afrique et de Madagascar obtinrent leur indépendance. Dans ce contexte de profonds bouleversements

institutionnels et géopolitiques, l'Office fut placé par décret (9 août 1960) sous la tutelle conjointe du ministère de l'Éducation nationale et du secrétariat d'État aux relations avec les États de la Communauté. Renforçant ses liens avec les milieux scientifiques et universitaires français et étendant son champ d'intervention à l'ensemble des nations situées hors des régions tempérées, cette réforme conféra à l'Office une responsabilité de porte-parole et de catalyseur de la recherche française dans l'ensemble de la zone tropicale, en Afrique mais également en Asie et en Amérique latine.



Rencontre entre Félix Houphouët-Boigny et Michel Debré. Côte d'Ivoire.

Par ailleurs, si la décolonisation ne modifia pas la nature des activités de l'Office, qui dès lors poursuivit ses programmes scientifiques dans le cadre d'accords de coopération passés avec les nouveaux États, le décret d'août 1960 en réorienta les finalités, lui assignant la nouvelle vocation d'entreprendre des recherches fondamentales en vue du développement des pays tropicaux, une vocation qui

se substitua aux objectifs de mise en valeur des colonies et à la « mission civilisatrice » prônés à l'origine par les tenants de la science coloniale (cf. Orsc, Orsom, Orstom).

Prémisse de la politique de **coopération scientifique et technique** avec les pays du tiers-monde qui sera mise en œuvre au cours des décennies suivantes et s'affirmera en 1982, cet objectif d'aide au développement fut réaffirmé en 1964 dans le cadre d'une réorganisation de l'Office. Celle-ci institua seize comités techniques correspondant à autant de disciplines scientifiques et au sein desquels allaient désormais être définis les programmes de recherche. Au-delà de leur grande diversité, les activités de l'Orstom s'ordonnaient désormais autour de trois principes majeurs : entreprendre des recherches fondamentales orientées vers la connaissance des milieux naturels et l'utilisation de leurs ressources ; développer un réseau scientifique permettant la conduite de ces recherches ; participer à la formation d'un personnel spécialisé en matière de recherche hors des régions tempérées.

## Indicateurs démographiques

Les taux de mortalité et de fécondité sont d'excellents révélateurs de l'état de développement d'un pays. Présents en Afrique depuis 1958, les démographes de l'Institut s'attachèrent, en l'absence de statistiques démographiques sur ce continent, à mettre en place des méthodes d'**enquêtes** permettant de mesurer de façon précise l'évolution des populations dans cette région du monde. L'analyse des don-

nées obtenues ayant révélé dès la fin des années 1960 un taux de **mortalité dans l'enfance** très élevé (en particulier entre un et quatre ans) dans les pays étudiés (Sénégal, Côte d'Ivoire, Congo, Cameroun, Haute-Volta, Togo, Gabon), des recherches furent développées sur les facteurs pouvant expliquer cet état de fait.

L'étude des principales causes de décès des enfants dans ces régions d'Afrique de l'Ouest conduisit les chercheurs à s'intéresser au début des années 1970 aux relations entre la mortalité infantile et la fécondité, également très élevée dans cette région du monde.

Ce thème de recherche était d'autant plus important que l'ONU allait lancer en 1973 une enquête mondiale sur la fécondité à laquelle les démographes de l'Institut contribuèrent par leurs travaux en Afrique, à travers notamment l'élaboration d'un questionnaire type sur les facteurs de la fécondité autres que la contraception sur ce continent. Ils orientèrent ainsi leurs études sur les mécanismes de la fécondité et sur les différents paramètres biologiques et psycho-sociologiques, dits « variables intermédiaires », la régulant.

Les enquêtes menées au Congo, au Togo, en Haute-Volta, au Sénégal et en Côte d'Ivoire se sont attachées à mesurer l'incidence de différentes variables – la mortalité dans l'enfance (facteur majeur dans les pays du tiers-monde), l'état nutritionnel et la santé des futures mères, l'aménorrhée et l'abstinence sexuelle post-partum liées à l'allaitement, le sevrage – sur la fécondité des femmes africaines et à étudier le réseau de relations établi entre ces différents facteurs.

Il est apparu par exemple que si la malnutrition ne jouait qu'un rôle direct négligeable sur la procréation,

en revanche elle y exerçait une influence indirecte mais effective par l'intermédiaire de la mortalité intra-utérine et dans l'enfance.

Au début des années 1980, les recherches jusqu'alors centrées sur le continent africain se sont étendues à l'Asie et à l'Amérique latine. Dans le même temps, l'analyse des déterminants de la fécondité a pris en compte des facteurs auparavant peu étudiés, telles les politiques de développement et la planification familiale.

Une étude a été ainsi entreprise dans trois Etats du Mexique (Morelos, Sonora et Yucatan) et a permis de déterminer les effets conjoints du contexte socio-économique et de la planification des naissances initiée par le gou-

vernement depuis 1974 sur la diminution générale du taux de fécondité dans ce pays.

Actuellement, les démographes en association avec des médecins et des anthropologues s'attachent entre autres travaux à analyser les relations qui pourraient exister entre fécondité et contraception aux Caraïbes, au Sénégal et au Bangladesh. Dans ce dernier pays, où pourtant une politique de planification familiale a été amorcée, les chercheurs observent une hausse de la fécondité du fait d'un changement des comportements (diminution de la durée de l'allaitement, raccourcissement de la période d'abstinence sexuelle post-partum) et, par là même, une modification des variables intermédiaires de la fécondité.

## Industries et industrialisation

Les recherches sur les **stratégies de développement** lancées dans les pays africains au lendemain de leur **indépendance** amenèrent les économistes de l'Orstom à s'intéresser plus particulièrement aux politiques industrielles alors mises en œuvre.

En 1972, dans le cadre d'une convention avec le ministère du Plan de Côte d'Ivoire, une importante enquête a été lancée par les économistes du centre de Petit-Bassam sur la structure et l'évolution du secteur industriel ivoirien. Celui-ci avait pris son essor avec le soutien du gouvernement qui souhaitait ainsi développer les agro-industries et la production de substituts aux importations. Cette enquête a visé à mesurer le potentiel de croissance de l'industrie ivoirienne au sein de l'économie nationale et les possibi-

lités de délocalisation des entreprises hors de deux grands centres urbains d'Abidjan et de Bouaké. Après une étude sur la périphérie de Bouaké qui souligna les limites d'une décentralisation spontanée du tissu industriel, le bilan d'ensemble a fait apparaître deux secteurs clefs responsables du dynamisme industriel de la Côte d'Ivoire : les puissants complexes agro-industriels, notamment sucriers au nord du pays, et les petites et moyennes entreprises dont l'essor s'était révélé très fortement lié à celui du **secteur informel**.

Longtemps focalisées sur la Côte d'Ivoire, ces études sur l'industrialisation des pays en développement prirent de l'ampleur au début des années 1980, s'étendant à d'autres régions d'Afrique (Maghreb, Sénégal), à l'Amérique latine (Equateur, Brésil,

Mexique) et à l'Asie (Inde, Singapour, Thaïlande). Ces travaux ont plus particulièrement concerné la structure de l'appareil productif et certaines filières (électronique, agro-alimentaire, industries mécaniques, biens d'équipement), les stratégies industrielles adoptées et les modalités d'intervention de l'Etat dans ce cadre.

Au Sénégal, un programme de recherche est ainsi conduit depuis 1987 sur les transformations imposées au secteur industriel (baptisé « Nouvelle Politique Industrielle » ou NPI) dans le cadre du programme d'ajustement structurel de l'économie sénégalaise. Cette étude porte à la fois sur le contenu de cette nouvelle stratégie et sur ses effets sur le tissu des entreprises, leur niveau d'activité et leurs performances. Loin de se limiter aux effets strictement économiques de l'émergence du secteur industriel dans les pays en développement, ces analyses ont également pris en compte les mutations engendrées par l'industrialisation dans la vie urbaine et dans la formation de milieux sociaux du travail. Après des études menées au Togo et au Venezuela dans le courant des années 1970, les recherches se

sont développées en Amérique latine (Brésil, Argentine), en Afrique Noire (Cameroun, Sénégal, Togo) et en Asie (Inde, Bangladesh) dès 1980.



Photo Pascale Metzger

Pôle pétrochimique de Camaçari. Bahia. Brésil.

S'appuyant sur l'analyse de trois contextes fort différents (Sao Paulo, Salvador de Bahia, Joao Pessoa), l'étude menée au Brésil a souligné la grande diversité du secteur industriel dans ce pays et la profonde diversité culturelle, ethnique et sociale de la classe ouvrière brésilienne. Cependant la démocratisation du pays et l'émergence d'un syndicalisme capable d'intégrer l'hétérogénéité des ensembles productifs ont permis l'expression d'un projet ouvrier au niveau national qui fut capable de peser sur les modalités du développement industriel.

## **Information scientifique et technique**

Dès 1945, les chercheurs de l'Institut s'attachèrent à diffuser le fruit de leurs recherches, associant à leurs travaux d'inventaire la réalisation de **cartes** et rédigeant des rapports sur leurs études ou leurs explorations. Quinze années plus tard, il apparut nécessaire de créer un service destiné à recueillir l'ensemble des documents produits, à mettre à la disposition du

personnel de l'Institut la documentation nécessaire à la réalisation de leurs études et à servir de point d'appui aux bibliothèques ouvertes ou devant s'ouvrir dans les centres d'**outré-mer**.

Créé en 1960 au sein du **centre de recherche** de Bondy, le service central de documentation constitua trois ans plus tard un fonds de références qui

rassemblait et répertoriait les différents travaux (rapports internes, ouvrages ou articles édités, communications à des colloques) publiés par les chercheurs. Ce fonds compte aujourd'hui plus de vingt-cinq mille titres.

Parallèlement, s'esquissait une politique d'édition avec la publication de revues et de collections d'ouvrages destinés à la communauté scientifique nationale et internationale.

L'Orstom cherchait ainsi à ne plus limiter sa production éditoriale à la seule « littérature grise » (rapports de recherche ou de mission) dans laquelle s'étaient jusqu'alors souvent cantonnés les écrits des chercheurs.

À l'aube des années 1980, alors que se développait l'idée d'un nouveau mode de coopération entre les pays développés et le tiers-monde, la restructuration du service documentaire de l'Orstom fut inscrite à l'ordre du jour. En 1982, la loi d'orientation et de programmation de la recherche consacra l'un de ses programmes à la recherche scientifique et à l'innovation technologique au service des pays en développement. L'utilisation de nouvelles technologies fut alors préconisée pour exploiter et diffuser le capital d'informations scientifiques et techniques détenu par les instituts de recherche travaillant dans les régions tropicales. Sous cette impulsion, l'Orstom créait en 1983 une direction – la Diva (direction de la formation, de l'information et de la valorisation) – dont l'un des objectifs fut de moderniser, restructurer et ouvrir à un large public ses services documentaires ainsi que son activité éditoriale et audiovisuelle.

Aujourd'hui, dans le cadre d'une direction plus spécialisée de l'information scientifique et technique (DIST) créée en 1988, l'Institut dispose de treize centres de documentation asso-

ciés à ses implantations en Afrique (Dakar, Petit-Bassam, Yaoundé, Tunis, Ouagadougou, Bamako, Niamey, Bangui, Pointe-Noire), dans les Dom-Tom (Cayenne, Nouméa, Papeete) et dans le Pacifique (Port-Vila), et de trois centres en France : le Cedit à Paris (Centre de documentation et d'information pour le développement, créé en 1985 et ouvert au public) pour l'information scientifique générale relative aux pays du Sud et à la thématique de leur développement, le centre de Bondy pour les sciences de la terre et les sciences sociales, enfin le centre de documentation de Montpellier (ouvert au sein du nouveau centre Orstom en 1987) pour les sciences de la vie et de l'eau. Ces différents centres bénéficient d'une base bibliographique informatisée créée en 1986 et baptisée Horizon. Accessible au public sur CD-Rom ou par serveur, celle-ci répertorie l'ensemble des travaux des chercheurs de l'Orstom (rapports, articles, ouvrages) depuis 1943, ainsi que les ouvrages spécialisés acquis par les services de documentation, soit au total quarante mille références.

Photo Brigitte Fougeoise



Cedit. Siège de l'Orstom. Paris.

Depuis 1983, l'Institut a en outre participé en collaboration avec d'autres instituts de recherche à la mise en place d'un réseau documentaire sur le

développement (Ibiscus) ainsi qu'à la création d'un CD-Rom (Sésame) contenant cinquante mille références bibliographiques sur la recherche en agronomie tropicale.

Dans le domaine de l'édition scientifique, l'Orstom a modernisé et rationalisé sa production éditoriale, mettant en place un système de publication assistée par ordinateur, élargissant ses collections et développant une politique de co-édition tant avec des structures privées qu'avec d'autres instituts de recherche. Aujourd'hui, huit revues trimestrielles ou semestrielles sont éditées et couvrent l'ensemble des activités scientifiques de l'Institut. Une cinquantaine d'ouvrages est publiée chaque année et référencée dans un catalogue qui contient actuellement huit cents titres. La publication cartographique s'est également développée, bénéficiant des progrès de l'infographie. La collection de cartes et d'**atlas** éditée par l'Institut compte aujourd'hui mille deux cents documents.

Parallèlement à cette activité éditoriale, une politique spécifique de diffusion de la culture scientifique et de vulgarisation a été développée à travers l'organisation d'expositions, de conférences-débats et la création d'une revue d'information sur ses programmes de recherche, *Orstom-Actualités*, périodique trimestriel diffusé à neuf mille exemplaires.

L'Orstom a par ailleurs constitué une unité de production audiovisuelle qui s'est mise en place à mesure que se diversifiaient les travaux du Ceto (Centre d'études des traditions orales) créé à Bondy en 1968. Les campagnes d'enregistrement de musiques traditionnelles ont ainsi donné naissance à une collection de disques et les travaux sur l'image – reportages photo-

graphiques à l'origine – se sont élargis depuis 1975 à tous les supports audiovisuels – vidéos, films en 16 mm, diaporamas. Outre la réalisation de films diffusés auprès du grand public (télévision, Cité des sciences et de l'industrie, festivals), ce laboratoire participe aux programmes de recherche qui nécessitent des prises de son ou d'images et gère le patrimoine audiovisuel de l'Institut.

L'un des obstacles majeurs à la diffusion de l'information scientifique et technique dans les pays en développement est la très grande dispersion géographique de leurs instituts et centres de recherche.

Pour tenter de remédier à ce problème, l'Orstom s'est engagé depuis 1988 dans la réalisation d'un réseau de communication électronique (messagerie, transfert de fichiers, etc.) pour permettre aux chercheurs travaillant dans la zone tropicale de communiquer facilement, de collaborer sur des projets régionaux et internationaux et de renforcer leurs contacts avec la communauté scientifique des pays du Nord. Instrument de la **coopération scientifique et technique** internationale, ce réseau, baptisé RIO (Réseau inter-tropical d'ordinateurs), relie actuellement les implantations de l'Orstom et du Cirad dans une vingtaine de pays tropicaux ainsi qu'une quinzaine de centres scientifiques sur le continent africain, des établissements d'enseignement supérieur et des organismes internationaux.

Si cette réalisation est unique en Afrique, elle y demeure encore limitée. L'objectif poursuivi à moyen terme est d'aller au-delà et de relier des centaines d'établissements pour mieux intégrer les communautés scientifiques des pays sub-sahariens, à l'image de ce qui est fait en Europe ou en Amérique du Nord.

# Insectes et parasites vecteurs d'endémie

L'entomologie médicale, autrement dit l'étude du rôle pathogène des insectes, a été l'une des premières disciplines de recherche et de **formation** présentes au sein de l'Institut. Mise en place dès 1944, cette section scientifique avait été créée pour compléter les recherches sur les maladies tropicales menées depuis longue date par le service de Santé des Armées et l'Institut Pasteur dans les colonies françaises ou les territoires d'**outre-mer**. Les études entomologiques apparaissent en effet particulièrement essentielles, les insectes et autres arthropodes étant les principaux vecteurs des maladies parasitaires dans les régions tropicales.

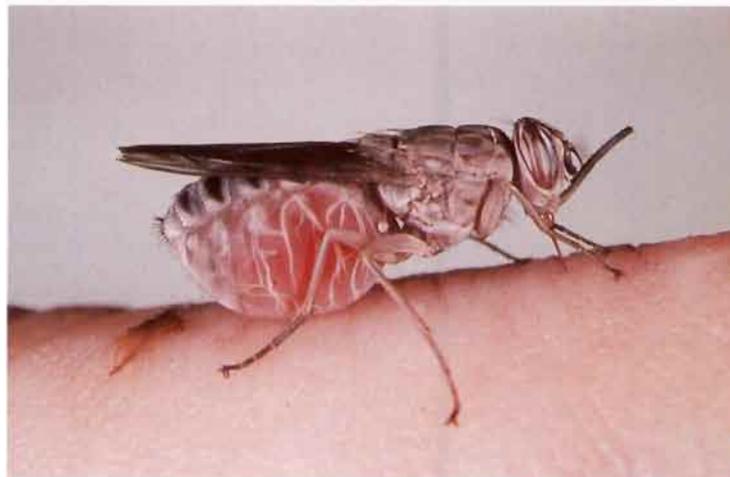
Entreprises par des équipes constituées au sein de **centres de recherche** progressivement créés en Afrique de l'Ouest – à Brazzaville, à Fort-Lamy (N'Djamena), à Adiopodoumé (Côte d'Ivoire), à Bobo-Dioulasso (Centre Muraz de l'OCCGE, Haute-Volta), à Yaoundé et à Lomé –, et dans les îles de l'océan Pacifique et Indien (Nouvelle-Calédonie, Tahiti, Madagascar), les premières études ont été consacrées à l'inventaire et à la bioécologie des insectes vecteurs des endémies les plus graves dans ces régions : les anophèles, les simulies, les aedes, les phlébotomes transmettant à l'homme les parasites ou les virus responsables du **paludisme**, de l'**onchocercose**, de la fièvre jaune et de la **filariose de Bancroft** ou des leishmanioses. Fondant à l'origine leurs études taxinomiques sur l'obser-

vation de critères morphologiques directement identifiables sur le terrain ou dans des laboratoires faiblement équipés, les entomologistes ont eu recours au début des années 1970 à des techniques d'analyse génétique et biochimique qui ont nécessité un matériel plus sophistiqué mais ont permis la mise en évidence de caractères jusqu'alors inaccessibles.

Actuellement, l'utilisation de microscopes électroniques et de systèmes informatiques experts d'aide à la détermination conduisent à une connaissance plus fine des espèces et sous-espèces nuisibles, notamment celles réunies au sein de la collection d'insectes (200 000 insectes et 1 500 espèces) constituée par les chercheurs depuis la fin des années 1940.

En 1966, avec l'arrivée au sein de l'Institut de parasitologues, ces travaux se sont élargis aux parasites. Il était en effet apparu nécessaire, pour pouvoir appréhender l'ensemble du cycle de transmission des

Photo Jean-Paul Henry



*Glossina palpalis*, mouche tsé-tsé qui transmet la maladie du sommeil.

grandes maladies tropicales, d'enrichir les études entomologiques par des recherches sur les agents pathogènes transmis à l'homme, des parasites ou des virus (cf. **arbovirus**). A l'identification des principaux parasites pathogènes et à l'étude des interrelations entre ceux-ci et les vecteurs, s'est adjointe l'analyse de leur résistance ou de leur sensibilité à certaines molécules chimiques utilisées pour le traitement des maladies. Plus récemment, des recherches ont été développées au sein du centre de Montpellier sur la génétique des agents du paludisme (*Plasmodium*), des leishmanioses (*Leishmania sp.*), de la **maladie du sommeil** (*Trypanosoma brucei*) et de **Chagas** (*Trypanosoma cruzi*) en vue de mieux identifier les espèces et sous-espèces de ces parasites.

Au-delà des acquis sur le plan fondamental, ces études ont été fort utiles à la mise en place de programmes de lutte anti-vectorielle et anti-parasitaire menés dans de nombreux pays d'Afrique. Celles-ci ont par exemple permis au cours des années 1980 la mise au point et la diffusion de moustiquaires imprégnées d'insecticide destinées à détruire les anophèles vecteurs du paludisme au Burkina Faso, puis au Cameroun et en Côte d'Ivoire.

Depuis 1985, ces programmes se sont d'ailleurs étendus à la recherche de nouveaux moyens de lutte contre les insectes nuisants. Sans être vecteurs d'endémie, ceux-ci peuvent en effet constituer un véritable frein aux activités économiques dans les pays en développement.

Dans ce cadre, des études ont été entreprises sur le *Culex quinquefasciatus* à Abidjan et à Maroua, ville du Nord-Cameroun, de façon à déterminer les mécanismes génétiques impliqués dans leur résistance aux insecticides

et à envisager des méthodes de **lutte biologique** contre ce moustique particulièrement agressif dans les grandes villes tropicales. De même, depuis 1991, les entomologistes étudient *Simulium buissoni*, ou « nono noir des vallées », un moucheron hématophage qui perturbe la vie des habitants des îles Marquises, de façon à fonder sur les résultats acquis un programme d'éradication de ces mouchérons dans l'archipel.

## Insectes ravageurs des cultures

Malgré l'utilisation accrue d'insecticides depuis la seconde guerre mondiale, les insectes et autres arthropodes comptent parmi les principaux ennemis des cultures, notamment en zone tropicale où acariens, cochenilles et autres espèces pullulent plus que partout ailleurs. Présents dans cette région du monde au lendemain du second conflit mondial, les entomologistes de l'Institut ont développé dès 1946 des programmes de recherche fondamentale sur les insectes prédateurs des plantes tropicales de façon à concevoir et à transférer dans ces pays des moyens de lutte adaptés (cf. **lutte biologique**).

Menés en Afrique de l'Ouest, en Nouvelle-Calédonie et à Madagascar par les entomologistes des centres d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire), de Brazzaville, de Nouméa et de Tananarive, leurs travaux ont été consacrés pour une grande part à des inventaires et des études taxinomiques d'espèces spécifiquement associées à certaines cultures vivrières ou indus-

trielles : aleurodes africains des plantations de tabac et de canne à sucre, mirides du cacaoier, cochenilles du manioc, épimacropères du **caféier**, iules déprédatrices de l'arachide, mouches des cucurbitacées, « foreur de tiges » (*Eldana saccharina*) principal déprédateur de la canne à sucre. Les diverses familles d'insectes vivant dans des biotopes particuliers ont été étudiées, ainsi, par exemple, les acariens phytophages de Nouvelle-Calédonie et de Madagascar, les orthoptères et hémiptères des savanes ivoiriennes ou les insectes ravageurs des plantations de cotonnier et de graminées cultivées (en Côte d'Ivoire notamment).

Photo Bruno Leru



Apex de manioc infesté par la cochenille. Congo.

Si au début des années 1960, après cette première phase de prospection, les entomologistes ont mis l'accent sur la bioécologie des insectes et sur leurs relations avec les plantes, les inventaires n'ont pas été abandonnés pour autant et se poursuivent même activement aujourd'hui. Les progrès

accomplis en matière d'analyse génétique et de biologie moléculaire ont conduit en effet à affiner la classification des espèces étudiées. En outre, du fait de l'immense biodiversité du monde tropical et de sa transformation constante, les insectes phytophages de cette partie du globe sont loin d'avoir tous été recensés : si à ce jour sept cent cinquante mille insectes ont fait l'objet d'une description scientifique dans le monde, on estime le nombre d'espèces à dix millions, dont la plupart sont localisées dans les régions chaudes du globe...

Au côté de leurs travaux d'inventaire, les entomologistes se sont donc intéressés au système de relations établies entre un insecte phytophage et sa plante-hôte.

Dans ce cadre, ils ont par exemple développé au cours des années 1970 des études sur *Eldana saccharina* et la canne à sucre, la cochenille farineuse sud-américaine et le manioc, la noctuelle *Heliothis* et le cotonnier. Ces recherches ont conduit à analyser le dialogue biochimique s'établissant entre une plante et son prédateur et à déterminer comment se déclenchaient les réactions de défense d'un organisme végétal face à l'agression d'un insecte.

Les entomologistes ont également consacré leurs recherches à la dynamique (variation de l'abondance des populations) de certaines espèces déprédatrices et au rôle joué par le milieu environnant sur celle-ci. Dans le cadre du Programme biologique international initié par l'Icsu, des recherches ont été ainsi menées de 1961 à 1973 sur l'écologie de la faune entomologique des savanes de Côte d'Ivoire et ont conduit à l'analyse de la distribution dans l'espace et des répartitions saisonnières des espèces ainsi que de leur dynamique suite à

des changements climatiques, des défrichements et des mises en culture. De même en 1969, les chercheurs du centre d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire ont lancé en collaboration avec l'IRCT des études sur la biocénose des plantations de cotonniers et ont accordé un intérêt particulier à l'influence du microclimat sur le comportement, la répartition spatiale et les fluctuations des populations des insectes phytophages.

Au cours des décennies suivantes, les recherches se sont centrées sur la dy-

namique des ravageurs des graminées cultivées (**riz**, maïs, canne à sucre notamment) et des légumineuses à graines (soja, niébé, arachide) tant en Côte d'Ivoire qu'en Nouvelle-Calédonie et en Guyane. Les données recueillies dans ce cadre ont amené à établir des modèles mathématiques qui permettent aujourd'hui de mesurer les différents paramètres (climat, température, hygrométrie, mise en culture, etc.) influant sur la dynamique des insectes et de prévoir le moment de leur pullulation dans un lieu donné.

## Inventaires de la faune et de la flore aquatiques

Lorsqu'en 1948 les océanographes de l'Institut lancèrent leurs premières recherches sur l'océan tropical, la multitude d'organismes y vivant étaient loin d'être tous identifiés. Ils se fixèrent donc comme mission de dresser des inventaires de la faune et de la flore des régions maritimes, lacustres et fluviales (côtes, haute-mer, estuaires, lagunes, lagons et milieux coralliens)

où devaient se développer leurs recherches, notamment dans le golfe de Guinée (côtes congolaises, ivoiriennes et sénégalaises), sur les côtes malgaches autour de l'île de Nosy Be et dans les eaux néo-calédoniennes.

Œuvre de longue haleine, ces travaux ont porté sur des groupes divers, depuis les plus petits organismes marins – le plancton végétal ou animal –

jusqu'aux poissons et aux invertébrés benthiques (les **crevettes** et autres crustacés, les mollusques, les oursins, les étoiles de mer...).

Photo G. Bargibant



Paysage sous marin. Océan Pacifique.

Les premières recherches hydrobiologiques entreprises en 1963 sur l'écosystème du lac Tchad les amenèrent à élargir ces inventaires à la faune et à la flore des eaux continentales tant en Afrique qu'en Amérique latine. Les plantes aquatiques, le

plancton végétal ou animal, les espèces benthiques et les poissons du lac Tchad et des régions sahélo-soudaniennes, des fleuves, rivières et lagunes de Côte d'Ivoire, des fleuves de Guinée, des lacs de l'Altiplano bolivien (Titicaca et Poopo), du bassin de Mamoré et de l'Amazonie centrale, des eaux douces de Nouvelle-Calédonie ont pu ainsi être inventoriés. Dans le cadre du programme d'éradication du vecteur de l'**onchocercose** (*Simulium damnosum*), lancé par l'OMS en 1974, ces travaux ont été enrichis par une identification de différentes espèces d'**insectes** peuplant les rivières et les fleuves de l'Afrique occidentale. Contribuant à la connaissance de

l'immense biodiversité du monde tropical, ces inventaires, souvent réalisés en collaboration avec le Museum national d'histoire naturelle, se sont concrétisés par des travaux de systématique et la publication de faunes régionales, manuels de base utilisés par de nombreux chercheurs pour leurs études sur le terrain.

Aujourd'hui encore, ces travaux, préalable essentiel aux recherches sur le fonctionnement des **écosystèmes aquatiques**, se poursuivent en ayant recours aux outils de la génétique des populations et de systèmes d'aide à la détermination qui permettent une meilleure identification des espèces des eaux tropicales.

## Inventaires de la végétation

La connaissance et la préservation de la diversité biologique du monde végétal tropical a été et demeure une préoccupation majeure de l'Orstom.

Dès 1946, les botanistes du centre d'Adiopodoumé et, un an plus tard, ceux des centres de Brazzaville et de Tananarive entreprirent l'inventaire

de la végétation dans de vastes ensembles régionaux en Afrique et à Madagascar. En Nouvelle-Calédonie, les premiers inventaires de la végétation commencèrent en 1966 et furent également associés à des travaux cartographiques dans l'objectif de fournir une base scientifique à une exploitation rationnelle des ressources naturelles de l'île.

Photo Jean-Louis Guillaumet



Forêt marécageuse au sud de Madagascar.

A la fin des années 1960, une part de ces travaux d'inventaire et d'étude des groupement végétaux a été intégrée à des programmes de recherche internationaux visant à la sauvegarde d'écosystèmes végétaux tropicaux, tels le PBI mené dès 1965 sous l'égide d'Icsu, le Mab initié en 1971 par l'Unesco et, plus récemment, le PIGB lancé en 1986 par l'Icsu.

Des études pluridisciplinaires dans lesquelles l'analyse de la végétation et de son évolution occupaient une grande part des préoccupations ont été ainsi menées sur les **zones arides** du Sahel ou sur la forêt en Côte d'Ivoire, en Guyane et en Amazonie (cf. **écosystèmes forestiers**).

Parallèlement à ces programmes internationaux, une équipe du centre de Nouméa entreprit en 1969 et poursuit actuellement en collaboration avec le département Forêt du Cirad (ex-CTFT) des recherches sur la végétation des terrains miniers de Nouvelle-Calédonie. Ces terres qui occupent un tiers de la surface de l'île constituent en effet un milieu écologique original mais fragile parce que souvent dévasté par des feux ou par l'exploitation du nickel. Associant botanistes, pédologues et phytochimistes, ces études se sont tout d'abord attachées à recenser les principales espèces végétales et à analyser le dynamisme de la végétation pour ensuite définir les mesures à prendre pour sauvegarder les zones encore préservées de l'exploitation minière et restaurer celles dégradées.

Pendant longtemps, les botanistes ont utilisé comme outils la photo aérienne et les prospections sur le terrain pour réaliser les inventaires et des cartes de la végétation des régions tropicales. Depuis la fin des années 1980, ils associent aux données obtenues sur le terrain celles recueillies par télédétection satellitaire. La télédétection permet en effet d'informatiser les données collectées et de préciser la répartition des groupements végétaux dans de vastes zones souvent difficilement accessibles. Depuis 1988, le centre de Cayenne utilise ainsi et traite les images émises par les satellites Spot et Landsat pour étudier le massif forestier guyanais.

## Latérites

Sous les tropiques, une altération très intense et ancienne de différentes roches a donné naissance aux latérites qui aujourd'hui couvrent 20 % de la surface des continents de la zone tropicale. Les couvertures latéritiques recelant une part importante du potentiel de production minière, forestière et agricole des pays tropicaux, les géologues de l'Orstom ont consacré, depuis le début des années 1960, une grande partie de leurs recherches, en étroite collaboration avec des pédologues et des géochimistes, à l'analyse de la genèse de ces couvertures d'altération, domaine jusqu'alors peu exploré par la communauté scientifique française et internationale.

« Masque rouge de l'Afrique », les latérites cachent en effet, mais aussi concentrent, sous leur cuirasse, des **gisements minéraux** dont l'intérêt économique est primordial, tels que l'**or**, l'uranium, les terres rares, l'aluminium... Sous climat humide, les latérites supportent des forêts dont la densité végétale et la productivité primaire sont parmi les plus élevées de la planète. Si les premières recherches ont été consacrées à l'inventaire minéralogique et géochimique des différents faciès des latérites et à leurs mécanismes de formation dans trois zones climatiques distinctes – équatoriale (Congo et Gabon), tropicale humide (Côte d'Ivoire) et tropicale sèche (Sénégal) – ainsi qu'à Madagascar et en Nouvelle-Calédonie, les travaux furent recentrés dès la fin des années 1960 et au cours des décennies suivantes sur la genèse des gisements minéraux d'intérêt économique, affleurant ou masqués dans les formations latéritiques.

En 1985, les recherches fondamentales sur les latérites se sont développées



Feldspath partiellement altéré en très petits cristaux de gypse.

dans le cadre de Géolat, programme sur leur évolution géodynamique à différentes échelles du temps – de la décennie à la centaine de millions d'années – et de l'espace – du kilomètre carré aux grandes unités continentales. Ces études menées conjointement par l'Orstom et l'Insu visent à comprendre comment ont été façonnés les paysages latéritiques tropicaux par une différenciation à grande et petite échelle des diverses formations géologiques superficielles qui les composent et par une spécification des événements climatiques responsables de ces différenciations.

Faisant intervenir de multiples techniques d'analyse (cartographie par levés sur le terrain et télédétection, pétrographie, minéralogie, biochimie, pédologie), ces recherches, actuellement en cours, sont menées sur trois chantiers au contexte climatique et géographique distinct : l'Afrique soudano-guinéenne (Sénégal, Mali, Togo, Burkina Faso, Bénin, Centrafrique), l'Afrique centrale humide (Cameroun) et l'Amazonie (Brésil, Equateur). Les résultats obtenus jusqu'alors ont révélé que malgré les dissemblances entre

les formations latéritiques de ces différentes régions, il existe certains parallélismes entre l'Afrique au nord de l'équateur et le bassin amazonien, qui laissent penser que les fluctuations climatiques ont eu des incidences similaires sur la totalité de l'actuelle zone tropicale.

## Lithosphère continentale

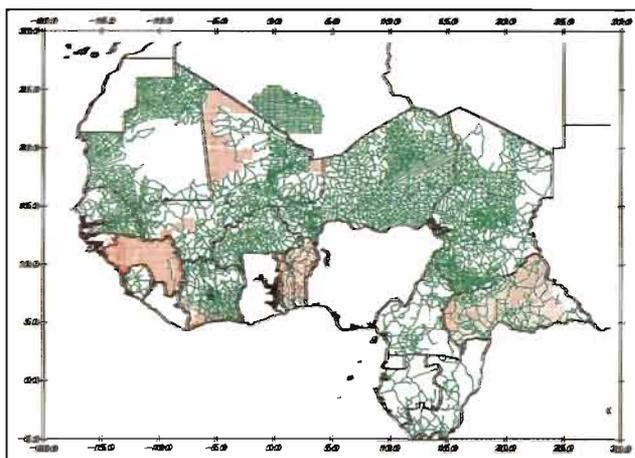
Contrairement à la **lithosphère océanique** qui se forme rapidement et subit peu de transformations avant de disparaître dans les zones de subduction après quelques dizaines de millions d'années, la lithosphère continentale est très ancienne – ses plus vieilles roches ont plus de trois milliards et demi d'années – et a connu de nombreux épisodes tectoniques dont ses structures actuelles gardent les traces successives. Ayant déployé en Afrique occidentale un réseau d'**observatoires géophysiques** dès 1952 et présent en Amérique latine au cours de la décennie suivante, l'Orstom s'est attaché à développer, à la fin des années 1960, des programmes de recherche sur certaines structures caractéristiques de la lithosphère continentale dans ces deux régions tropicales, non seulement pour connaître leur évolution en cours, mais également pour comprendre les processus tectoniques plus anciens qui ont conduit à la formation de ces continents.

En Afrique, les levés magnétiques et gravimétriques entrepris depuis 1952 à partir des observatoires géophysiques de Mbour au Sénégal et de Bangui en République Centrafricaine contribuèrent à préciser les principales struc-

tures du centre et de l'ouest du continent africain et à définir les régions privilégiées où mener des études régionales plus détaillées.

Un programme de recherche associant différentes approches géophysiques (gravimétrie, sismologie, géomagnétisme) fut ainsi entrepris en 1977 sur les cratons et chaînes péricratoniques (montagnes très anciennement consolidées) d'Afrique de l'Ouest qui constituent, sur ce conti-

nent, l'un des traits majeurs de la croûte terrestre. Dans ce cadre furent notamment étudiées, en association avec les universités de Marseille, de Montpellier, et de Dakar, les chaînes des Mauritanides et des Rockelides, montagnes nées il y a six cent millions d'années et qui s'étendent du nord de la Mauritanie au Libéria. Une série de levés géophysiques (sondages magnéto-telluriques, mesures gravimétriques et réseaux sismologiques lithoscope – mesurant les anomalies locales de propagation des ondes émises par des séismes lointains –) a fourni, à la fin des années 1980, des coupes de l'ensemble de la lithosphère (croûte et manteau supérieur) et a permis de proposer un modèle géodynamique rendant compte de l'évolution pan-africaine (il y a 600 millions d'années) et hercynienne (il y a 300 millions d'années) des Mauritanides et des Rockelides. Des recherches, menées en collaboration avec le CNRS, ont été également entreprises sur le craton de Sao Francisco au Brésil, de façon à établir les corrélations qui pourraient exister entre les structures géologiques majeures de l'Afrique et celles de l'Amérique latine.



Campagnes gravimétriques menées par l'Orstom de 1953 à 1988 en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale. La couverture ainsi établie comporte au total près de 100 000 points de mesure.

Les premières études entreprises en Amérique latine eurent pour objectif la description des mouvements tectoniques de la bordure occidentale du continent sud-américain dont la manifestation la plus spectaculaire est le soulèvement de la **chaîne andine**.

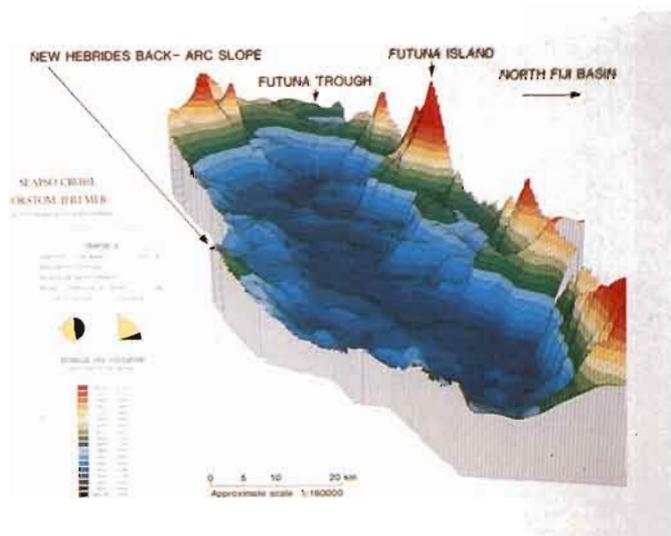
Associant géologues et géophysiciens français et latino-américains, ces travaux commencèrent en 1967 dans les Andes centrales, au Pérou et en Bolivie, et se poursuivent dans ces deux pays ainsi qu'en Equateur et au Chili dans le cadre d'un programme sur l'histoire des bassins sédimentaires avant l'orogénèse andine et l'évolution de la tectonique du massif depuis l'ère primaire.

Ces recherches exploratoires ont été rapidement associées, à la demande des services miniers ou instituts de recherche de ces pays, à des programmes plus appliqués sur la genèse des **gisements minéraux** d'intérêt économique (argent, **or**, lithium, potassium, plomb et zinc, notamment) ainsi qu'à des études sismologiques en vue d'évaluer les **risques naturels** sismiques ou volcaniques qui menacent cette région du monde.

# Lithosphère océanique

Avec l'introduction du concept général de la tectonique des plaques à la fin des années 1960, le sud-ouest Pacifique, où de nombreux éléments confirmant cette théorie furent mis en évidence, apparut comme un laboratoire exceptionnel pour l'étude de l'évolution géodynamique de la lithosphère océanique.

Jacques Récy



Représentation en perspective montrant la subduction d'une ride aux Nouvelles-Hébrides.

Présent à Nouméa depuis 1947, l'Orstom fit, dès 1969, de l'exploration de cette région son programme majeur en géophysique et géologie sous-marines. En 1970, démarraient ainsi les programmes Austradec et Georstom, opérations de reconnaissance à petite échelle du sud-ouest Pacifique. Menées en coopération avec l'IFP, le Cnexo (aujourd'hui Ifremer) et des sociétés pétrolières nationales, ces études définirent à grands traits les principales structures géologiques de cette région. Quatre années de cam-

pagnes d'exploration des fonds sous-marins réalisées au moyen d'un large éventail de techniques (sismique lourde, profils bathymétriques et gravimétriques, levés magnétiques) ont ainsi révélé que les marges actives du sud-ouest Pacifique, vaste zone de transition entre les domaines continental et océanique, bordant le continent australien sur plus de mille kilomètres, résultaient de l'évolution dans l'espace et le temps, de la zone d'affrontement entre la plaque lithosphérique indo-australienne et la plaque

pacifique, dont les mouvements relatifs s'effectuent en sens opposé. La poursuite systématique de ces recherches à une maille plus fine n'étant pas envisageable sur les huit millions de kilomètres déjà reconnus, géologues et géophysiciens se sont attachés, à partir de 1976, à étudier de façon détaillée des secteurs géographiquement limités mais représentatifs de l'évolution de la zone de convergence des deux plaques : les

**arcs insulaires** du sud-ouest Pacifique (Nouvelles-Hébrides, Tonga-Kermadec) et les zones de subduction qui leur sont associées.

Dans les années 1980, il est apparu que les études sur la structure lithosphérique du sud-ouest Pacifique, outre leur intérêt sur le plan fondamental, pouvaient améliorer la connaissance des ressources minérales et énergétiques ainsi que l'évaluation des **risques naturels**, volcaniques et sismiques dans les régions étudiées. Aussi, en 1984, des campagnes de reconnaissance

ont-elles été lancées dans les zones économiques des 200 milles autour des territoires français du Pacifique avec pour objectif de fournir à des organismes publics ou sociétés privées (sociétés pétrolières notamment) des documents synthétiques (cartes gravimétriques, magnétiques, bathymétriques, profils sismiques) sur les caractéristiques géologiques de ces territoires.

En Polynésie, cette campagne a récemment amené à étudier la morphologie des fonds sous-marins à partir de données altimétriques du niveau de la mer fournies par satellite.

Grâce à cette technique permettant de cartographier les déformations de la surface océanique, une cinquantaine de volcans sous-marins, jusqu'alors inconnus, ont été précisément situés et identifiés en 1988.

## Lutte biologique contre les insectes nuisibles

Dans les régions tropicales, les **insectes**, vecteurs d'endémies et déprédateurs des cultures, demeurent la source de multiples et graves nuisances tant pour la santé des populations que pour le développement agricole des pays. Très tôt, les chercheurs de l'Institut se sont attachés à définir des moyens de limiter leurs dégâts. Ils ont ainsi développé des recherches sur des méthodes dites « biologiques » utilisant l'action d'ennemis naturels de ces insectes (parasites entomophages, virus ou bactéries entomopathogènes) et pouvant se substituer aux insecticides chimiques habituellement utilisés mais peu satisfaisants parce que polluants, rapidement inefficaces – les insectes développent des résistances – et d'un coût prohibitif car ils sont généralement importés des pays industrialisés.

Les premières recherches en matière de lutte biologique contre les insectes déprédateurs des cultures tropicales ont été entreprises à la fin des années 1950 par les entomologistes du centre de Nouméa avec des études sur des parasites des cochenilles du cocotier. Au cours de la décennie suivante, les

chercheurs ont procédé en Nouvelle-Calédonie, mais également à Madagascar dès 1966, à des inventaires systématiques et à des études sur l'écologie des espèces locales d'entomoparasites ainsi qu'à des analyses des maladies affectant certains insectes phytophages particulièrement nuisibles.

A la suite des analyses effectuées, des virus ont pu être isolés et les chercheurs tentèrent de les inoculer à des insectes. En 1965, en liaison avec un programme lancé par la FAO et la Commission du Pacifique Sud pour l'éradication d'*Oryctes rhinoceros*, principal déprédateur du cocotier, un virus fut ainsi inoculé à des *Oryctes* dans l'île de Wallis et, cinq à huit ans plus tard la maladie s'étant propagée, les populations de ces coléoptères atteignirent un niveau tout à fait acceptable.

Au regard du succès obtenu dans le Pacifique, les recherches s'orientèrent sur les virus entomopathogènes sans pour autant que soient abandonnées les études sur les complexes parasitaires des acariens et coléoptères phytophages. En 1977, le laboratoire de

biotechnologie du centre d'Adiopodoumé a mis ainsi en place en collaboration avec l'IRHO et l'IRCT un important programme sur l'utilisation de virus dans la lutte contre certains insectes nuisibles, tels le papillon *Heliothis*, ravageur des capsules de cotonnier, les Rhinoceros des cocotiers et *Caelenomenodera* des palmiers à huile. Les analyses, les tests en laboratoire et les essais en champs ayant révélé l'efficacité de ces biopesticides et garanti leurs effets non polluants ainsi que leur faible coût de production, des techniques de fabrication industrielle de ces virus ont été mises au point dès 1985 en collaboration avec le Cirad, l'Inra et une société privée. Les résultats obtenus ont par ailleurs permis de développer des collaborations scientifiques à Madagascar, en Asie du Sud-Est et en Egypte. En 1992, un laboratoire de virologie a été ainsi créé au Caire, en association avec la faculté d'Agriculture de cette ville, pour concevoir des biopesticides viraux et constituer une collection de souches virales performantes pour protéger les plantations de cotonniers, de maïs et de pommes de terre.

Si pendant longtemps la lutte contre les insectes vecteurs de maladies tropicales a reposé sur l'emploi de produits chimiques (DDT, Abate, etc.), dans le meilleur des cas biodégradables comme ceux utilisés dans le cadre du programme OCP contre l'**onchocercose**, au début des années 1980, les entomologistes se sont intéressés aux agents biologiques (bactéries ou champignons) susceptibles de détruire ces vecteurs. Ces travaux étaient apparus d'autant plus nécessaires que de nombreux insectes avaient développé des résistances aux insecticides habituellement employés et que ces substances étaient souvent très nuisibles à l'environnement.

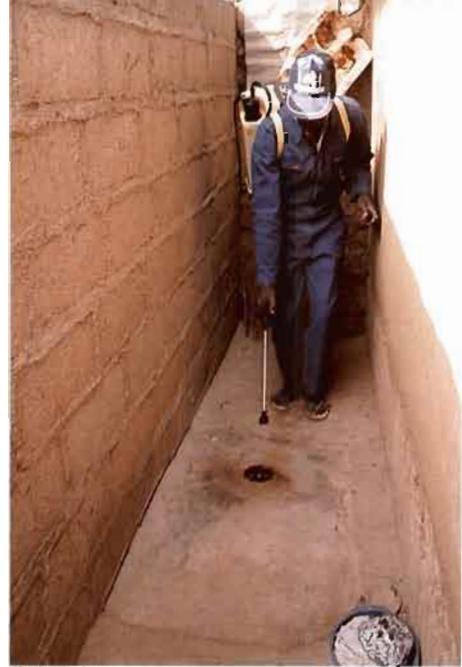


Photo Mark Edwards

Campagne de démoustication de Maroua, Cameroun.

A la suite de recherches menées dans les laboratoires du centre de Bondy et de l'Irto à Bouaké (Côte d'Ivoire) sur *Bacillus sphaericus* – une bactérie dont les spores renferment une toxine détruisant les larves de moustiques –, des essais de traitement ont été mis en œuvre dans deux villes du Cameroun, à Yaoundé en 1987 et à Maroua quatre ans plus tard. Il s'agissait de lutter contre *Culex quinquefasciatus*, moustique très nuisant qui a colonisé de nombreuses villes tropicales où les systèmes d'hygiène déficients favorisent le développement de gîtes larvaires. A Maroua, l'insecticide constitué de spores de *Bacillus* en suspension a été dispersé dans près de vingt-sept mille puisards, latrines, fosses septiques et caniveaux et après quatre mois de traitement la densité de moustiques a diminué de 78 %. Il apparaît donc aujourd'hui que cette méthode de lutte, inoffensive pour l'environnement et d'un faible coût, pourrait être généralisée dans d'autres régions tropicales, surtout là où *C. quinquefasciatus* est vecteur de la **filariose de Bancroft**, en Afrique de l'Est et dans les îles à l'écosystème fragile.

# Maladies bactériennes et virales des plantes

Les recherches développées à l'Orstom depuis 1948 sur les **maladies cryptogamiques des plantes** tropicales se sont enrichies progressivement d'études sur les maladies d'origine bactérienne et virale. La bactériose vasculaire du manioc a été la principale maladie d'origine bactérienne étudiée par les chercheurs de l'Institut. Celle-ci est en effet apparue comme l'un des principaux facteurs limitant la production du manioc, troisième source de calories dans le monde et première culture vivrière africaine.

Entreprises en 1979 par le laboratoire de phytopathologie de Brazzaville à la demande du ministère de la Recherche du Congo, ces travaux ont porté principalement sur le cycle biologique du parasite, la diversité génétique et la variabilité de l'agent pathogène, et se développent actuellement sur les mécanismes cellulaires de l'agression et des réactions de défense.

Les études sur les maladies virales des plantes tropicales ont commencé en 1968 à la suite de la création d'un laboratoire de phytovirologie au centre d'Adiopodoumé. Pendant de nombreuses années, les chercheurs se sont attachés pour l'essentiel à identifier les principales maladies virales sévissant dans les cultures vivrières et industrielles d'Afrique de l'Ouest et à en isoler les agents responsables. De nombreux virus, jusqu'alors inconnus ou mal connus, ont été isolés et analy-

sés, comme celui du *Clump* de l'arachide ou ceux des mosaïques du manioc, du gombo, de l'igname et de diverses plantes maraîchères. Ces programmes d'identification et de caractérisation ont été complétés par des travaux de classification des virus. Il a été ainsi montré que les virus des plantes pouvaient être classés selon la composition en acides aminés de la protéine capsidaire.

Au début des années 1980, un important programme a été consacré à l'épidémiologie de la mosaïque africaine du manioc, probablement la virose la plus grave en Afrique. Le développement spatio-temporel de la maladie, la dynamique de la population de l'**insecte** vecteur, les composantes et les mécanismes de résistance ont été ainsi



Bactériose du manioc : plant défolié par suite de l'attaque par *Xanthomonas Campestris*.

étudiés. A l'issue de ces recherches pluridisciplinaires, des méthodes de contrôle de la mosaïque africaine du manioc ont pu être proposées aux responsables de programmes de développement.

En 1986, le laboratoire de phytovirologie des régions chaudes (LPRC) a été créé à Montpellier. Commun au Cirad et à l'Orstom, il regroupe les chercheurs et les équipements des deux instituts. Les équipes de ce laboratoire s'attachent plus particulièrement à caractériser les agents pathogènes, à mettre au point des tests de détection et à évaluer la variabilité biologique, sérologique et moléculaire des principales viroses tropicales.

Ces programmes, conduits en collaboration avec les pays en développement, s'intéressent aussi aux aspects « terrain » de ces maladies et facilitent les travaux d'épidémiologie, d'évalua-

tion et de création de variétés résistantes sur lesquels repose, en dernière analyse, le contrôle des maladies virales.

La création de nouvelles formes de résistance aux maladies virales est désormais possible grâce aux techniques de génie génétique. Le laboratoire international de biotechnologie végétale de San Diego en Californie, fondé en 1991 par l'Orstom et le Scripps Research Institute, cherche ainsi à créer des lignées transgéniques de manioc et de riz (d'igname et de patates douces dans un proche avenir) résistantes aux virus pour ensuite les transférer dans les pays demandeurs.

## Maladies cryptogamiques des plantes

En 1948, l'Orstom créa son premier laboratoire de phytopathologie dans le centre d'Adiopodoumé avec pour objectif d'étudier les principales maladies qui touchaient les cultures vivrières, maraîchères ou industrielles en Afrique de l'Ouest et qui jusqu'alors avaient été peu étudiées. Quelques années plus tard, à la suite du recrutement de jeunes chercheurs, de nouvelles équipes se constituèrent et des laboratoires furent ouverts au Congo et en Nouvelle-Calédonie.

Si les premières recherches furent consacrées pour l'essentiel à l'inventaire des maladies cryptogamiques, elles s'enrichirent progressivement au cours des décennies suivantes d'études sur les caractéristiques et la biologie des agents pathogènes, l'épidémiologie et l'analyse des interactions entre les plantes hôtes et leurs parasites. Dès le début des années 1960, illustrant cette

évolution, deux grands programmes de recherche virent le jour dans les laboratoires d'Afrique. A Brazzaville, des recherches importantes furent ainsi consacrées au *phytophthora*, champignon responsable de maladies graves sur les agrumes, le cacaoyer et l'**hévéa** en Afrique centrale.

Les travaux portèrent notamment sur la biologie et la reproduction du *phytophthora*, la caractérisation de son pouvoir pathogène ainsi que sur quelques mécanismes de défense développés par la plante hôte, autant d'éléments dont la connaissance était apparue comme un préalable essentiel à la création de plantes résistantes à ce champignon.

De nombreux résultats ont été obtenus, notamment sur le cycle du champignon, sa conservation dans le sol et la répartition géographique des différentes souches au Congo ainsi qu'au Cameroun.

Dans le même temps, les chercheurs d'Adiopodoumé développèrent des études sur les agents du pourridié de l'hévéa, champignon du sol provoquant la pourriture des racines puis la mort des « arbres à latex ». Commencées en 1956, ces recherches prirent leur pleine expansion au cours des années 1980. Elles aboutirent à d'intéressants résultats sur les mécanismes biochimiques de l'agression parasitaire, sur les mécanismes de défense de la plante en réponse à cette agression, sur la répartition des foyers infectieux et sur la dynamique de la maladie dans les plantations industrielles de Côte d'Ivoire.

Photo Jean-Paul Geiger



Maladie racinaire de l'hévéa : présence du champignon parasite, *Rigidoporus lignosus*, à la base du tronc de l'arbre.

Parallèlement à ces programmes phares, des études ont été conduites en Afrique sur d'autres maladies cryptogamiques, telles la rouille du **caféier** avec le suivi de races existantes dans les caféières ivoiriennes, les anthracoses des cultures fruitières et vivrières avec la caractérisation des souches de *Colletotrichum* isolées en Côte d'Ivoire et la rouille de l'arachide dont l'étude épidémiologique a conduit à l'élaboration d'un modèle de simulation du développement de la maladie. En Nouvelle-Calédonie, après une période d'inventaire et de description des maladies des plantes, la rouille du caféier, puis la fusariose du maïs à

l'origine d'une toxicité du fourrage, mortelle pour les chevaux, ont constitué les principaux programmes de ces dernières années. Enfin, dans le cadre d'une coopération franco-brésilienne une étude a été réalisée en Amazonie sur l'écologie et l'épidémiologie des champignons phytopathogènes du sol.

Actuellement, un nouveau programme se met en place à Nouméa sur l'analyse d'un pathosystème complexe, celui du caféier et de ses maladies foliaires. Des inventaires se poursuivent au Congo sur les maladies des plantes maraîchères, tandis qu'un important programme sur les contraintes phytosanitaires du riz a été développé aux Philippines en collaboration avec l'Irri. Enfin, en France, le laboratoire de phytopathologie de Montpellier, créé en 1987, bénéficie des outils d'analyse les plus performants pour conduire des recherches en biologie moléculaire, en biochimie et en cytologie sur les interactions entre les plantes et leurs parasites ainsi que sur la structure des populations des agents pathogènes.

## Maladie de Chagas

Transmise par des triatomes, de grosses punaises vivant dans le torchis des habitations pauvres, la maladie de Chagas touche quinze à vingt millions de personnes en Amérique latine. En 1980, une équipe de chercheurs de l'Orstom entreprit au sein de l'IBBA de La Paz des études génétiques et taxinomiques sur l'un des principaux **insectes** vecteurs – *Triatoma infestans* – et sur le parasite responsable – *Trypanosoma cruzi* – de cette endémie en Bolivie. La maladie de Chagas est

en effet un véritable fléau dans certaines villes boliviennes où le taux d'adultes porteurs du parasite atteint près de 70 %.

Au cours de missions effectuées dans différentes régions de Bolivie, tant dans les vallées andines que dans les zones de basse altitude où prospèrent les punaises, plus de trois mille triatomas ont été récoltés et analysés. Dans les laboratoires de La Paz, grâce à la mise au point d'une technique d'électrophorèse d'isoenzymes sur acétate de cellulose, plus de cinq cents souches boliviennes de *Trypanosoma cruzi* ont pu alors être isolées et précisément identifiées.

Les chercheurs de l'unité mixte de recherche CNRS/Orstom de Montpellier ont conduit par la suite une étude de ces parasites et ont montré que ce qui était jusqu'alors désigné sous le nom « *Trypanosoma cruzi* » représentait en fait une collection hétérogène de clones naturels génétiquement très divers.

H. Lent - P. Wygodzinsky

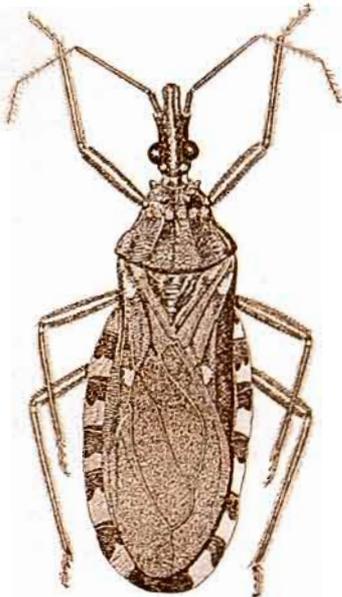


FIG. 89. *Triatoma infestans*.

*Triatoma infestans*, vecteur majeur de la maladie de Chagas en Amérique latine.

Parmi ces clones naturels, certains sont échantillonnés beaucoup plus fréquemment que d'autres sur de vastes aires géographiques. Ils ont reçu le nom de « clones majeurs ». Les chercheurs pensent que leur importance épidémiologique et pathogénique est considérable et ont décidé de focaliser leurs études sur eux. En 1989, le laboratoire de Montpellier a mis au point, grâce notamment à des techniques d'amplification de l'ADN, des sondes permettant d'identifier des clones majeurs et qui devraient être de grande utilité lors d'enquêtes épidémiologiques et cliniques comme instrument de diagnostic.

## Maladie du sommeil

En Afrique, cinquante millions de personnes sont menacées par la célèbre mouche tsé-tsé et le mal dont elle est porteuse, la trypanosomiase africaine, mieux connue sous le nom de maladie du sommeil. L'homme n'est pas la seule victime de la tsé-tsé. Les trypanosomiasés animales représentent en effet le principal obstacle à l'élevage en Afrique noire : sur les sept millions de kilomètres carrés infestés par les glossines, on pourrait élever théoriquement quarante millions de têtes de bétail, or on n'en compte que vingt millions...

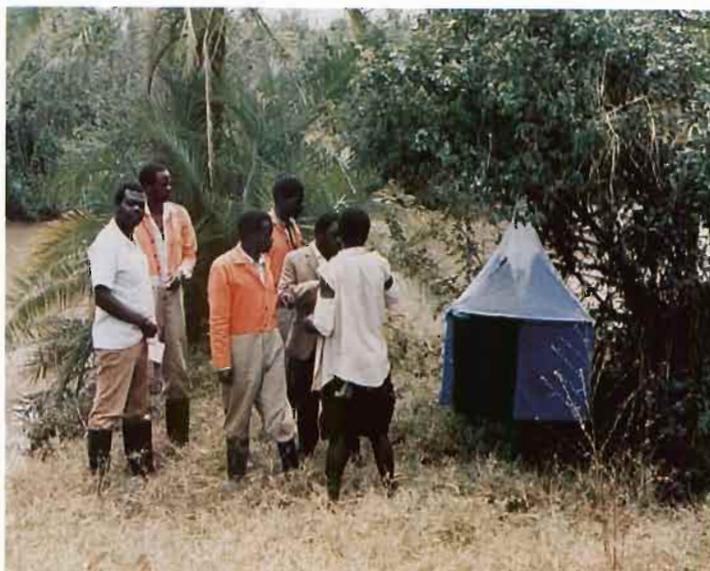
Dès 1947, des entomologistes de l'Institut entreprirent en collaboration avec les Services d'hygiène mobile et de prophylaxie (service de Santé des Armées) des enquêtes sur les glossines dans certains foyers de trypanosomiase en Côte d'Ivoire, au Congo et au Cameroun. Consacrés pour l'es-

sentiel à des inventaires des différentes espèces présentes dans ces régions, leurs premiers travaux conduisirent à la réalisation de cartes de répartition des glossines en Afrique équatoriale française et au Cameroun.

En 1962, les chercheurs du centre OCCGE de Bobo-Dioulasso en Haute-Volta lancèrent une importante étude sur *Glossina palpalis*, vecteur du parasite

*Trypanosoma gambiense* responsable de la maladie du sommeil en Afrique de l'Ouest. Ils se consacrèrent notamment à des études sur la bioécologie de mouches capturées ou de spécimens d'élevage en vue de déterminer le taux de survie de l'insecte et l'âge auquel il devient épidémiologiquement dangereux. Progressivement, les recherches s'étendirent à d'autres régions touchées par l'épidémie au Cameroun et au Congo avec des travaux sur la distribution, l'écologie et la dynamique des glossines menées à partir des centres de Brazzaville et de Yaoundé.

Alors que la maladie du sommeil connaissait depuis le début des années 1970 une très forte recrudescence dans ses foyers historiques, les entomologistes s'attachèrent à développer de nouveaux moyens de lutte antivectorielle, seule méthode jugée efficace en l'absence d'un vaccin ou de traitement chimioprophylactique contre la trypanosomiase. En 1973, des chercheurs ont ainsi mis au point un piège (baptisé Challier-Laveissière du



Mise en place d'un piège optique pour la capture des mouches tsé-tsé. Ouganda.

nom de ses inventeurs) très efficace contre la plupart des glossines du groupe *palpalis* et notamment contre *Glossina fuscipes*, espèce présente en Afrique de l'Est et vecteur de *Trypanosoma rhodesiense*, parasite provoquant une évolution très rapide de la maladie. Peu à peu amélioré au cours des années suivantes, le principe de ce piège repose sur l'attraction – déterminée à la suite d'études fondamentales – des glossines pour le bleu électrique : fascinées par la couleur bleu du piège, les mouches pénètrent et restent prisonnières dans un cône de tulle imprégné de delthamétrine, un puissant insecticide. Testé avec succès en Côte d'Ivoire en 1979, le piège Challier-Laveissière a fait par la suite ses preuves dans d'autres régions d'Afrique. Dans le cadre d'une campagne à grande échelle lancée en 1987 dans la région du Busoga (sud-est de l'Ouganda) où l'on recensait alors huit mille cinq cents cas de maladie du sommeil, cinq mille pièges ont été ainsi placés à raison de dix par kilomètre carré. Dix mois plus tard, les tsé-tsé avaient presque toutes dé-

serté les zones protégées et le nombre de nouveaux malades avait diminué de 90 %. Depuis 1989, le fonctionnement technique de ce programme soutenu par l'OMS et la CEE est assuré par du personnel ougandais, formé au cours de la campagne, tandis que l'entretien des pièges est pris en charge par des agriculteurs locaux.

Le succès de ce programme – depuis 1993, il n'y plus de maladie du sommeil dans les régions traitées –, le coût relativement modeste (un demi-dollar US par personne) et la facilité d'utilisation des pièges par les populations ont convaincu les bailleurs de fonds d'étendre cette méthode de lutte à l'ensemble de l'Ouganda, à des pays voisins comme le Kenya et la Tanzanie ainsi qu'à certains pays d'Afrique centrale (Cameroun, Guinée, Congo, Tchad, entre autres).

Aux côtés de ces études entomologiques, des chercheurs ont depuis 1969 poursuivi au Congo des recherches en parasitologie et épidémiologie. D'importants progrès ont pu ainsi être réalisés sur le dépistage du parasite dans le cadre d'études sur la trypanotolérance, autrement dit la possibilité pour des individus d'héberger un parasite sans présenter des signes cliniques de la maladie et de faciliter par là même la propagation de la trypanosomiase. Malgré les résultats acquis, le cycle de la transmission de la maladie du sommeil demeure mal connu et les chercheurs de l'Orstom s'attachent désormais à répondre à quelques questions essentielles : quel est le rôle épidémiologique des réservoirs animaux et humains (trypanotolérants) du parasite ? Comment expliquer qu'il y ait, en zone d'endémie, tant de malades et si peu de tsé-tsé infectées ? Comment expliquer les contaminations familiales ?

## Migrations

L'une des incidences majeures du développement des pays du tiers-monde a été la très forte croissance des flux migratoires des campagnes vers les **villes** ou des régions promises à un essor économique. Dès la fin des années 1950, alors que ces mouvements s'amorçaient, des économistes, sociologues, géographes et démographes de l'Institut entreprirent des recherches visant à en analyser les causes, les mécanismes et les effets tant dans les régions d'origine que dans les lieux d'accueil des migrants. Menées initialement en Afrique de l'Ouest et du Centre ainsi qu'à Madagascar, ces études se sont tout d'abord fédérées autour de deux thèmes majeurs, d'une part l'exode rural vers les centres urbains, d'autre part les migrations des populations rurales vers de nouvelles régions agricoles, des fronts pionniers voués aux grandes cultures commerciales ou des zones encore peu développées.

Conduites tout au long des années 1960 et 1970 à travers une série d'**enquêtes** au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Congo, au Gabon, au Togo, en Tunisie et en Polynésie, les recherches sur l'exode rural ont amené à analyser les processus d'insertion des migrants dans l'espace urbain et les relations complexes qui dès lors allaient se tisser entre les villes et les campagnes. Au Cameroun par exemple, où dès 1969 et pendant plus de dix ans l'exode rural fit l'objet d'une étude d'ensemble, les chercheurs ont plus spécifiquement analysé les mouvements migratoires induits par la capitale. Là, l'observation a été conduite aussi bien sur les points de départ – près d'une quarantaine de villages aux environs de Yaoundé – que dans la capitale

elle-même où les quartiers, les entreprises et les écoles ont servi de cadre à une étude sur les modèles d'intégration des migrants dans la ville et sur les liens très forts que ceux-ci conservaient avec leur milieu d'origine.

Photo Christophe Brun



« Taxi brousse » sur une piste béninoise.

En 1965, les géographes lancèrent pour leur part un vaste programme d'étude sur la colonisation par des agriculteurs de régions jusqu'alors pas ou peu cultivées, et sur les conditions et les effets (modification des techniques et pratiques culturelles par exemple) de leur installation sur ces terres neuves. Ces phénomènes migratoires spontanés ou organisés ont été principalement étudiés à Madagascar (colonisation de l'ouest et du moyen-ouest malgache), au Sénégal (migrations Mourides), au Cameroun (descente en plaine des montagnards et émigration Bamiléké) et en Haute-Volta (migrations des Mossi à l'intérieur du pays ou vers la Côte d'Ivoire).

Ces recherches sur la colonisation de régions promises à un développement économique firent l'objet en 1978 d'un programme de coopération mené avec le gouvernement indonésien sur la province de Kalimantan (programme Transmigration). Cette région était destinée à accueillir de nouvelles populations dans le cadre d'un projet initié par les autorités indonésiennes pour corriger le déséquilibre démographique opposant Madura, Java et Bali aux provinces dites « extérieures » telles Sumatra, Kalimantan et Sulawesi. L'équipe de recherche associant des pédologues, des géographes et des agronomes puis des démographes s'est d'abord attachée à analyser le potentiel et les contraintes du milieu d'accueil puis a élaboré en 1981 un projet d'installation des migrants de façon à faire de Kalimantan non pas le lieu d'une colonisation agricole assistée mais le moteur d'un véritable développement.

Aujourd'hui, les recherches démographiques sur les mouvements migratoires se sont principalement centrées sur l'insertion urbaine des migrants, problème devenu crucial avec la crise économique qui touche le tiers-monde. De 1989 à 1992, un programme a ainsi été mené conjointement par l'Orstom et l'Ifan à Dakar et permit de déterminer les stratégies et les moyens mis en œuvre par les immigrants pour s'intégrer dans la ville, y obtenir un travail, accéder à un logement et fonder un ménage. Des études inspirées par ce thème sont actuellement conduites au Mali, en Côte d'Ivoire, en Inde et au Mexique.

Par ailleurs, ces recherches se sont étendues en 1992 aux migrations internationales tant entre les différents pays du tiers-monde que de ces pays vers l'Europe, les Etats-Unis ou

le Moyen-Orient. Dans ce cadre, l'accent est mis sur la dynamique des flux migratoires Sud-Sud ou Nord-Sud, sur les effets de retour dans les régions d'origine et les changements économiques et sociaux que peuvent y induire les migrations.

## Mils

Le mil constitue une source alimentaire d'autosubsistance de première importance dans les régions soudano-sahéliennes et sahéliennes de l'Afrique. Dès 1965, les chercheurs de l'Orstom, au sein des centres de Bambey au Sénégal et de Bondy en France, ont cherché en collaboration avec l'Irat à améliorer les rendements du mil cultivé, notamment en réduisant la taille des plantes. A partir de 1975, à Bondy puis à Niamey au Niger, ils ont mené des analyses de la structure génétique de l'espèce et de sa variabilité à l'aide de marqueurs morphologiques et biochimiques. Ils ont ainsi étudié la différenciation entre les formes sauvages et cultivées de cette plante de façon à évaluer dans quelle mesure des croisements entre celles-ci pouvaient produire de nouvelles variétés « performantes » du point de vue agronomique.

La **sécheresse** qui sévissait dans le Sahel depuis 1973 ayant entraîné la disparition de cultivars traditionnels, il est apparu important de sauvegarder ceux qui subsistaient (cf. **ressources génétiques végétales**). Les recherches ont été alors accompagnées d'un important programme de collecte en Afrique de l'Ouest et du Centre financé en partie par la FAO et conduit sous l'égide de l'IBPGR. Un grand nombre de variétés de mils, de sorghos



Photo Jean-Charles Clément

Pileuses de mil. Sénégal.

et de fonios a été ainsi recueilli dans plus d'une dizaine de pays. Puis, de 1985 à 1989, les principales populations de mils sauvages, poussant du Sénégal au Soudan, ont été collectées en collaboration avec l'Icrisat. Ces collectes ont permis de rassembler près de quatre mille échantillons, d'abord conservés dans les chambres froides de Bondy et aujourd'hui dans celles du **centre de recherche** de Montpellier.

L'analyse de ces collections de mils a permis de préciser la répartition géographique des différents cultivars et les relations entre les formes sauvages et cultivés.

Les chercheurs ont pu ainsi distinguer les différents groupes d'Afrique de l'Ouest et dont les plus importants sont les mils sauvages, les mils précoces (les plus riches génétiquement) ainsi que les mils tardifs.

L'étude des hybrides sauvages-cultivés a par ailleurs mis en évidence les principales règles à respecter pour

que s'effectue le transfert de gènes entre les deux formes.

Ces recherches sur la diversité génétique du mil a contribué à une meilleure connaissance de l'histoire de la domestication de cette plante (Mauritanie, nord du Sénégal et du Mali actuels) il y a environ huit mille ans et de ses migrations vers l'Inde, puis vers l'Afrique de l'Est et du Sud.

## Modèles hydrologiques

L'aménagement de ponts et de barrages sur des fleuves ou l'utilisation des cours d'eau pour la navigation ou l'irrigation nécessitent une parfaite connaissance de leurs étiages et de leurs **crues**. Dès la fin des années 1940, les hydrologues de l'Orstom se préoccupèrent de développer des modèles de calcul mathématique des relations entre pluies et débits des rivières de façon à pouvoir prédire l'impact de **sécheresses** durables ou de fortes précipitations sur les écoulements. Si l'usage de ces modèles hydrologiques, traités manuellement à l'origine, demeura longtemps laborieux, l'utilisation de l'informatique, à partir de 1967, permit de notables progrès dans la conception et le calcul de ces modèles hydropluviométriques. Dans un premier temps, des modèles applicables à des bassins versants inférieurs à cent kilomètres carrés ont été développés et utilisés avec succès sur une trentaine de **bassins représentatifs** de l'Afrique semi-aride pour en calculer les crues et les étiages.

En 1971, un modèle conçu au Québec pour l'étude de la fonte des neiges fut adapté aux régimes hydrologiques de la zone tropicale ! Ce modèle dit « à

discretisation spatiale », prenant en compte de multiples paramètres influant sur le ruissellement de la pluie le long d'un bassin versant et sur l'écoulement des eaux fluviales, a conduit à une analyse beaucoup plus fine des régimes hydrologiques tropicaux quelle que soit la superficie du bassin étudié.

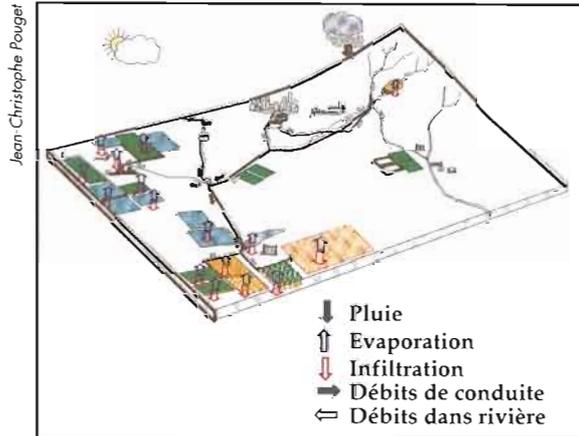


Schéma d'un hydrosystème modélisé par le logiciel Hydram.

A partir des années 1980, les hydrologues ont utilisé des modèles de plus en plus diversifiés pour répondre au mieux à des demandes variées. Des modèles « couplés », combinant les écoulements souterrains et ceux de surface, ont amélioré la connaissance de la **ressource en eau** à l'échelle d'un bassin comme d'une région. Des modèles de propagation des crues ont permis de simuler les modifications apportées par les aménagements fluviaux aux conditions d'écoulement des fleuves. Aujourd'hui, les travaux de recherche portent sur l'intégration dans les modèles hydrologiques de la très grande quantité de données accessibles aussi bien dans l'espace que dans le temps. De nouvelles hypothèses sur les chemins de l'eau dans la formation des écoulements en milieu tropical peuvent être formulées et validées en partie grâce à cette modélisation de plus en plus précise.

# Mortalité dans l'enfance

Dans près de la moitié des pays africains, plus de vingt pour cent des enfants meurent avant l'âge de cinq ans. Présents en Afrique depuis 1958, les démographes de l'Institut consacrent dès 1963 une partie de leurs recherches à la mortalité infantile et juvénile dont l'ampleur et les causes n'avaient jusqu'alors que très rarement fait l'objet de programmes de recherche scientifique.

Photo Yves Parris



Séance de vaccination à Ngayokhem. Sénégal.

Les **enquêtes démographiques** qu'ils entreprirent dans plusieurs pays ouest-africains (Côte d'Ivoire, Congo, Sénégal, Cameroun, Gabon, Haute-Volta, Togo) mirent en évidence la structure particulière de la mortalité dans l'enfance en milieu tropical.

Celles-ci révélèrent en effet que le taux de décès chez les enfants âgés de un à quatre ans était supérieur à celui enregistré pendant la première année de vie. Ce constat conduisit les démographes au début des années 1970 à orienter leurs recherches sur les facteurs pouvant expliquer cette surmortalité et notamment sur le rôle joué par le sevrage des bébés, les infections et la **malnutrition**. Ils accordèrent par ailleurs une attention particulière à l'efficacité des campagnes

de vaccination contre les maladies infantiles, notamment contre la coqueluche et la rougeole, laquelle est responsable aujourd'hui encore du décès de cinq cent mille enfants par an en Afrique sub-saharienne.

Menées auprès de soixante mille personnes dans des zones rurales du Sénégal à partir de l'observatoire de Niakhar ainsi qu'au Burkina Faso, ces enquêtes ont permis de préciser les causes principales de la mortalité élevée dans l'enfance qui touche 25 % des enfants de moins de cinq ans dans ces deux régions : le tétanos, la prématurité et l'hypotrophie chez les nouveaux-nés ; les diarrhées dues souvent à la **malnutrition**, les maladies pulmonaires et le **paludisme** pour les bébés âgés de plus d'un mois. Il est en outre apparu que les campagnes de vaccination contre la rougeole étaient suffisamment actives pour que le nombre de décès dû à cette maladie demeure faible. De tels résultats peuvent être utiles à la définition des priorités à suivre dans les programmes d'intervention mis en œuvre par les services de santé publique.

## Nématodes phytoparasites

En 1955, les résultats des recherches menées en zone tempérée sur les nématodes phytoparasites (vers microscopiques vivant dans le sol et parasitant les racines des plantes) conduisirent l'Orstom à s'interroger sur l'incidence possible de ces parasites sur les cultures tropicales et à fonder un laboratoire de nématologie dans le centre d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire. Les travaux menés par ce laboratoire ont montré rapidement l'importance des



Invasion d'une racine de tomate par des juvéniles infestants du nématode *Meloidogyne* sp. (longueur d'un juvénile : 0,45 mm)

problèmes nématologiques en zone tropicale et ont suscité la formation de chercheurs dans cette discipline. Cela a permis la création de nouveaux laboratoires de nématologie dans d'autres régions tropicales, à Dakar en 1970, puis à Pointe-Noire et à Fort-de-France dans les années 1980. Une partie des chercheurs a également été affectée dans d'autres instituts de recherche tropicaux, à l'IRRI aux Philippines et au sein de l'université de Yogyakarta en Indonésie. De plus, à partir de 1975, des infrastructures scientifiques se sont développées en France avec l'ouverture d'antennes auprès du Muséum national d'histoire naturelle à Paris, de l'Inra à Antibes et du Lest du centre de Bondy, et avec la création en 1987 d'un laboratoire commun au Cirad et à l'Orstom à Montpellier.

Les premiers travaux ont été consacrés à des inventaires des nématodes phytoparasites associés aux principales cultures tropicales – bananier, riz, plantes maraîchères, manioc, canne à sucre, arachide, mil, sorgho, maïs –, activité qui a nécessité la description de nombreuses espèces jusqu'alors inconnues. Au cours d'une seconde phase de recherches, qui se poursuit aujourd'hui encore, des études ont été menées sur le terrain afin d'étudier la répartition des nématodes, la dynamique des populations et les effets de

la lutte chimique sur celles-ci et sur le rendement des cultures. Une troisième étape concerne actuellement des recherches en laboratoire sur la biologie (cycle, sexualité) et la physiologie (relations entre le parasite et la plante hôte, survie, pathogénie) des nématodes. Les laboratoires de nématologie de l'Institut se sont dotés au début des années 1990 des techniques les plus récentes (biologie moléculaire, analyse des données, microscopie électronique) afin de faciliter les identifications des espèces, d'affiner l'approche de la variabilité à l'intérieur même de celles-ci et de mieux suivre la dynamique des populations en fonction des facteurs liés au sol, au climat et à la plante. Dans le même temps, le déclin de la lutte chimique, lié à la protection de l'environnement, a suscité le lancement de programmes de recherche sur la **lutte biologique** (bactéries et champignons parasites des nématodes) et sur la lutte génétique (création de variétés de plantes résistantes aux nématodes).

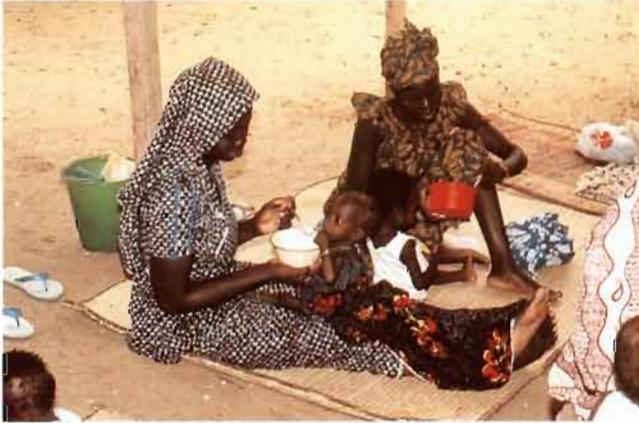
Ces quarante années de recherches nématologiques en zone tropicale ont permis la publication de plus de cinquante articles, la création d'une revue parmi les plus réputées dans cette discipline et la contribution à la rédaction du premier ouvrage de synthèse sur les nématodes des cultures tropicales.

## Nutrition et malnutrition

En Afrique, la malnutrition est aujourd'hui encore l'une des principales causes de morbidité et de mortalité des jeunes enfants. Si les crises aiguës ont diminué depuis plusieurs décen-

nies, le nombre d'enfants souffrant d'insuffisance pondérale sur le continent africain continue de croître sensiblement. Ainsi, comme on a pu le souligner lors de la Conférence internationale de la nutrition FAO/OMS en 1992, celui-ci est passé de 1975 à 1990 de vingt à vingt-sept millions et devrait atteindre trente-six millions en 2005 si rien n'est fait d'ici là.

Photo Bernard Maire



Centre de réhabilitation nutritionnel de Pikine. Sénégal.

Dès le début des années 1950, des chercheurs de l'Institut se préoccupèrent d'étudier les problèmes de nutrition en Afrique. Des équipes de nutritionnistes se constituèrent à partir de 1952 au Cameroun et au Togo pour entreprendre des enquêtes sur la consommation alimentaire dans ces pays, ainsi qu'au Sénégal, en collaboration avec l'Orana, et à Madagascar dès 1963. En 1968, les nutritionnistes du centre de Yaoundé centrèrent leurs recherches sur les produits amylicés (*mils*, sorgho, igname, etc.), aliments de base pouvant couvrir de 50 à 90 % des besoins énergétiques, de façon à en préciser la composition chimique et la valeur nutritive ainsi qu'à enrichir les tables de composition internationales comme celles de la FAO. Des études ont été ainsi entreprises en 1975 en collaboration avec des chercheurs du Mesires sur l'igname et ont

conduit à la publication d'une importante synthèse mettant en évidence l'influence du génotype, des pratiques culturelles, de la durée et des modalités de stockage, de nombreux procédés culinaires sur la composition des tubercules et sur les propriétés physico-chimiques de leur amidon.

Ces recherches sur les potentialités nutritionnelles des aliments tropicaux

et les pratiques alimentaires ont été étroitement associées depuis 1989 à la conception de procédés permettant d'accroître la valeur nutritive d'aliments de sevrage. Récemment, une formule a été mise au point au Congo et permet d'augmenter la densité énergétique de bouillies préparées à partir de farine de manioc par addition d'enzymes d'origine industrielle ou de céréales locales germées. Un plan d'action

national a alors été lancé en liaison avec Agricongo en vue de créer dans les **villes** des ateliers de fabrication semi-artisanaux de cette farine et de réaliser des transferts de technologie en milieu rural pour la fabrication d'aliments de sevrage par les ménages.

Ces précédents programmes ont été enrichis par des recherches lancées au début des années 1970 au Cameroun et au Sénégal et largement développées au cours de la décennie suivante au Congo, au Togo, aux Antilles, au Bangladesh et en Bolivie sur la caractérisation, les conséquences et le traitement de la malnutrition, notamment chez ces groupes à risque que sont les enfants et les femmes enceintes : **mortalité**, déficiences immunitaires, retard dans le développement locomoteur et diminution de l'activité

physique. Des travaux ont notamment mis en évidence que le tour de bras, reflet de la fonte musculaire, est un indicateur très sensible du risque de décès dans les mois à venir. En collaboration avec l'IBBA de La Paz, des chercheurs ont étudié les caractéristiques de l'immunodéficience chez les enfants dénutris et les moyens qui permettraient de réhabiliter plus rapidement leurs défenses immunitaires. Au Sénégal, les études se sont centrées depuis 1989 sur les relations existant entre l'état nutritionnel des jeunes enfants et leurs capacités fonctionnelles. Pour l'heure, les résultats acquis ont mis en lumière les effets négatifs d'une malnutrition, même modérée, tout au long de l'enfance (diminution des capacités d'apprentissage) et au-delà, sur le développement et le plein épanouissement des adultes (baisse des performances physiques).

L'évaluation, l'analyse et le suivi de l'état nutritionnel des populations dans les pays en voie de développement (au Sénégal, au Congo, au Togo, aux Antilles et en Equateur notamment) constituent actuellement le troisième axe de recherche des nutritionnistes et des anthropologues de l'Institut. Des enquêtes ont été ainsi menées en 1986 et 1991 à Brazzaville et à Pikine-Dakar en vue d'identifier les facteurs de malnutrition et les groupes à risque dans un contexte de forte crise économique. Alors que de nouvelles enquêtes épidémiologiques sont programmées pour les années à venir, les premiers résultats laissent apparaître, malgré une situation globale de transition nutritionnelle, une évolution inquiétante mais contrastée au Congo : augmentation du risque de déficit d'énergie chez les jeunes mères en situation économique difficile, dégradation de l'état nutritionnel des enfants de moins d'un an, aug-

mentation du nombre de bébés de faible poids à la naissance, amélioration de la taille des enfants.

Par ailleurs, des programmes de surveillance nutritionnelle ont été mis en place en milieu scolaire en Nouvelle-Calédonie et dans des centres de surveillance maternelle et infantile au Congo. L'ensemble des recherches s'inscrivent aujourd'hui dans une perspective de santé publique. Ainsi, le laboratoire de nutrition tropicale de Montpellier, créé en 1987, et récemment promu « centre collaborateur de l'OMS pour la nutrition », anime actuellement des recherches qui s'articulent autour de quelques grands thèmes : la surveillance nutritionnelle, les déterminants des malnutritions (notamment du retard de croissance staturale, forme la plus répandue de malnutrition dans le monde), l'évaluation et l'amélioration de l'efficacité des interventions.

## **bservation de l'océan**

De 1946 à 1948, les premières équipes d'océanographes se constituèrent au sein de l'Institut avec pour mission de lancer des campagnes de recherche dans les océans tropicaux jusqu'alors peu explorés par la communauté scientifique. Des centres ou stations de recherche océanographiques furent alors successivement ouverts sur les rives du Pacifique (à Nouméa en 1946 et à Papeete en 1964), de l'Atlantique (à Cayenne en 1946, à Pointe-Noire en 1950, à Abidjan en 1959 et à Dakar-Thiaroye en 1963) et de l'océan Indien (île de Nosy Be à Madagascar en 1953). Si les études réalisées à partir de la station de Nosy Be furent pour l'essentiel consacrées jusqu'à sa fer-

meture en 1975 à l'étude des côtes malgaches et au canal du Mozambique, les recherches menées à partir des autres centres océanographiques se développèrent sur les vastes étendues des océans Pacifique et Atlantique. Dans l'océan Pacifique, l'exploration systématique de la mer de Corail et des côtes néo-calédoniennes menée sur l'*Orsom 3* put s'étendre dès 1965 à la

haute mer avec l'affectation à Nouméa d'un véritable navire océanographique, le *Coriolis*. Menées de 1966 à 1971, les premières campagnes du *Coriolis* ont eu pour objectif la description de l'évolution thermique, dynamique et chimique du système de circulation des eaux du sud-ouest Pacifique le long de l'équateur. La découverte de la relation étroite entre le Sous-courant équatorial et les variations du régime des vents a mis en évidence les très fortes interactions existant entre l'océan et l'atmosphère (cf. **climats océaniques**) dans cette région du globe. Ces observations se révéleraient plus tard essentielles pour comprendre les mécanismes climatiques et océaniques à l'origine du phénomène **El Niño**

Parallèlement à ces recherches, a été mis en place dès 1969 un réseau de surveillance permanent (Surtropac) de l'ensemble du Pacifique, constitué de navires marchands chargés de rassembler le long de lignes régulières une série de données (courants, température, météorologie, salinité, chlorophylle et zooplancton) en vue de définir les caractéristiques hydroclimatiques et la productivité biologique de cet océan. A partir de 1976, des sondes XBT (*expendable bathythermograph*)



Photo Yves Gourio

Lancement d'un XBT.

lancées depuis ces navires et pouvant mesurer la température de l'eau jusqu'à huit cents mètres de profondeur ont permis d'étudier la structure thermique profonde du Pacifique. En 1985, dans le cadre du programme international Toga (1985-1994) visant à modéliser et prévoir les interactions entre l'océan tropical et l'atmosphère, des bouées fixes transmettant en temps réel via un satellite des données de température (de 0 à 500 mètres) et de vent ont complété ce dispositif d'observation océanographique.

Dans l'Atlantique tropical, les recherches furent limitées jusqu'au début des années 1960 au plateau continental des côtes ouest-africaines en l'absence de navires pouvant réaliser des campagnes en haute mer. Ces études ont cependant contribué à des acquis importants telle que la première description scientifique du front du Cap Lopez en 1956 (affrontement entre deux masses d'eaux chaudes et froides à l'équateur où seraient réalisées par la suite de grandes pêches au **thon**). De même, les mesures quotidiennes de salinité et de température des eaux relevées à partir de la station de Pointe-Noire dès 1953 et quelques années plus tard en Côte d'Ivoire et au Sénégal ont offert des informations

utiles à l'analyse de la dynamique de l'**upwelling** côtier.

L'arrivée de navires océanographiques – l'*Ombango* en 1960 et surtout le *Capricorne* en 1971 – ont conduit les océanographes de Pointe-Noire et d'Abidjan à participer à des programmes internationaux de recherche sur l'ensemble de l'Atlantique tropical. Les campagnes Equalant, menées de 1962 à 1966 sous l'égide de l'Icita, les ont ainsi amenés à analyser la dynamique du Sous-courant équatorial et d'en confirmer l'existence dans le golfe de Guinée. Par la suite, les programmes Cineca (1973), Gate (1974), Ciprea (1978), et plus récemment, Piral (1982-1984), Focal/Sequal (1982-1984) et Toga (1985-1994) ont offert à ces chercheurs l'occasion de développer un réseau d'observation – à l'aide notamment de sondes XBT ou d'images satellitaires – des conditions hydroclimatiques et hydrodynamiques régnant sur l'Atlantique tropical. Les données recueillies par ce réseau sont actuellement utilisées pour la conception d'un modèle numérique définissant mois par mois l'évolution de la température en surface et en profondeur, de la salinité, des courants, des vents en tout point donné de cet océan, informations qui devraient se révéler utiles au développement de la pêche hauturière ou à la poursuite des études sur les **climats océaniques**.

## **bservatoires géophysiques**

L'Orstom anime depuis plus de quarante ans un réseau d'observatoires géophysiques en Afrique et dans le Pacifique. Si les données sismologiques, magnétiques et gravimétriques

qui y sont recueillies constituent l'une des bases sur laquelle se fondent les recherches sur la structure de la **lithosphère continentale** et **océanique**, elles alimentent également les banques de données de la communauté scientifique internationale.



Appareil de mesure donnant une référence de la valeur des composants du champ magnétique terrestre. Centre de géophysique de Mbour. Sénégal.

Les observatoires magnétiques de Mbour au Sénégal et de Bangui en Centrafrique, respectivement ouverts en 1952 et en 1955, et celui de Pamataï à Tahiti créé en 1968, enregistrent en permanence les composantes du champ magnétique terrestre et diffusent les données acquises au Bureau central du magnétisme terrestre. Ces observations permettent d'étudier, dans ces régions, les variations séculaires du champ magnétique et ses variations journalières ou plus rapides, tels les orages magnétiques, qui peuvent perturber les réseaux électriques ou de télécommunication. La très faible densité d'observatoires magnétiques dans les régions où ceux de l'Orstom sont implantés leur a permis d'être partie prenante dans des programmes internationaux, tels que l'*International Magnetospheric Study* (étude de la magnétosphère par satellites, fusées et mesures au sol) lancée en 1976 ou, plus récemment, l'Année internationale de l'électrojet équatorial (perturbation du champ à l'équateur magnétique). Dans ce cadre, un

réseau de stations de mesures magnétiques et électriques a été mis en place en 1992 entre Tombouctou et Abidjan, le long d'un profil perpendiculaire à l'équateur magnétique.

Dès 1952 et pendant près de trente ans, les chercheurs de ces centres ont par ailleurs réalisé des levés de reconnaissance gravimétrique à grande échelle de la quasi-totalité de l'Afrique francophone de l'Ouest et du Centre, de Madagascar, des îles de la Réunion, Maurice et des Comores. Les cartes d'anomalies magnétiques élaborées à partir des mesures de terrain ont notamment contribué à définir les grandes structures du continent africain et à orienter les recherches géologiques et géophysiques sur des objets privilégiés : cratons anciens, bassins sédimentaires, marges continentales, etc. Ces cartes offrent une aide précieuse pour repérer les zones susceptibles de receler du pétrole, des minerais et des nappes d'eau profondes.

L'Orstom assure également un enregistrement continu des mouvements sismiques affectant certaines régions de la zone tropicale à partir de ses observatoires permanents situés en Afrique de l'Ouest (Mbour et Bangui), en Nouvelle-Calédonie depuis 1958 et au Vanuatu depuis 1974, ainsi qu'au travers d'un réseau temporaire de stations sismiques déployé dans les régions à risque de la **chaîne andine**, du Sud-Ouest Pacifique et de l'Afrique. Les données enregistrées par ce réseau sont régulièrement diffusées aux centres mondiaux de détermination des épencentres et participent aux études récemment engagées par l'Institut sur l'évaluation et la prévision des **risques naturels**. Dans le Sud-Ouest Pacifique, les mesures recueillies dans des stations installées à terre ou immergées (stations OBS, *Ocean Bottom*

*Seismograph*) en collaboration avec des instituts de recherche français (Inag et IPG) et américain (université du Texas) ont joué un rôle déterminant dans les études engagées depuis 1976 sur la structure des **arcs insulaires**.

Les stations sismiques de Mbour, de Bangui et de Nouvelle-Calédonie où le matériel de mesure était vétuste ont été récemment modernisées et ont pu de la sorte être intégrées au réseau Geoscope (premier réseau mondial « large bande » et « longues périodes »), mis en place par la France au début des années 1980 afin de répondre à un certain nombre de questions concernant les mécanismes des grands séismes et la structure profonde du globe.

## onchocercose

Provoquant des lésions cutanées sévères et dans sa phase ultime une cécité irréversible, l'onchocercose affecte dix-sept millions de personnes en Afrique occidentale.

Dès 1955, les services d'entomologie médicale de l'Institut se préoccupèrent de cette maladie qui suscitait l'exode de villages entiers fuyant les abords pourtant fertiles des rivières parce qu'y naissaient les moucheron (espèces du complexe *Simulium damnosum*), vecteurs des parasites les rendant progressivement aveugles.

Au cours de leurs premières recherches menées dans les principaux foyers de l'onchocercose d'Afrique de l'Ouest (Haute-Volta, Niger, Mali, Côte d'Ivoire entre autres), les entomologistes du centre Muraz (OCCGE) de Bobo-Dioulasso étudièrent la biologie de l'**insecte vecteur** de façon à préciser le cycle épidémiologique de

la maladie : répartition et constitution des gîtes larvaires le long des rivières, distances parcourues en vol, zones de migration et lieux de repos des adultes, préférences trophiques des femelles (hématophages, ce sont elles qui véhiculent les larves du parasite et les transmettent à l'homme), densité des vecteurs selon les saisons et certains biotopes (savane sèche, savane humide, galeries forestières).

Ce dernier facteur était apparu particulièrement important car l'intensité de l'épidémie et la gravité de la maladie sont proportionnelles à la densité des simulies infestées par le parasite.

En 1959, alors qu'il n'existait pas de médicament utilisable dans des campagnes de masse pour traiter les millions de victimes de la maladie, les chercheurs du centre OCCGE de Bobo-Dioulasso misèrent sur la destruction des gîtes larvaires pour tenter de juguler l'endémie. Ils effectuèrent ainsi des premiers essais de traitement insecticide (DDT puis Abate) des gîtes – une carte de leur répartition ayant été dressée auparavant – dans les plus importants foyers d'onchocercose en Haute-Volta, au Sénégal et en Côte d'Ivoire.

En 1974, ces travaux devinrent partie prenante d'un programme régional de lutte contre l'onchocercose (OCP) lancé dans le bassin des Volta pour une durée de vingt ans, associant sept pays – le Bénin, la Haute-Volta, le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Mali, le Niger et le Togo – et parrainé par la Banque mondiale, la FAO, le Pnud et



Recherche de gîtes larvaires de l'onchocercose sur le Boa à l'amont de Niamotou. Côte d'Ivoire.

l'OMS, chargée de son exécution. L'objectif d'OCP mis en œuvre par les chercheurs de l'Institut et l'OCCGE à partir du centre de Bouaké (Côte d'Ivoire) était de détruire les gîtes larvaires sur près de dix-huit mille kilomètres de cours d'eaux par des épanchages hebdomadaires d'insecticides biodégradables et moins nocifs pour l'environnement que les organochlorés habituellement utilisés (cf. **pollution des eaux**). Dix ans après le lancement du programme, son périmètre s'est élargi à la Guinée, à la Guinée-Bissau, au Sénégal et à la Sierra Leone et cinquante mille kilomètres de rivières ont été depuis lors traités de façon à éviter l'invasion de simulies venues de l'extérieur de l'aire initiale.

Aujourd'hui, OCP semble avoir atteint en grande partie ses objectifs. Dans l'aire du programme, quatre millions d'enfants nés depuis 1974 ne sont plus exposés au risque de l'onchocercose. Sur les huit cent mille kilomètres carrés aujourd'hui assainis, des villages se sont créés, les champs sont de nouveau cultivés et, dès 1984, près de trois cents projets de développement avaient vu le jour.

En outre, de nombreux chercheurs et techniciens locaux ont été formés de façon à pouvoir assurer le suivi du programme dans leur pays respectif. Malgré ces résultats et alors que le programme touche à sa fin, les chercheurs restent sur le qui-vive car les simules reviennent très rapidement dans les zones où la lutte anti-vectorielle se relâche.

Depuis 1987, la lutte contre l'onchocercose s'est également orientée vers le traitement chimiothérapique de la maladie à l'aide de l'ivermectine, médicament qui venait d'être mis au point. L'antenne de l'Orstom auprès du centre Pasteur de Yaoundé a dans ce cadre été chargée de recherches vi-

sant à déterminer l'efficacité d'un traitement de masse par ivermectine. Ce médicament microfilaricide a été distribué auprès de vingt mille personnes dans la vallée de la Vina au nord du Cameroun, foyer où l'onchocercose est particulièrement virulente. Les résultats sont aujourd'hui prometteurs : l'ivermectine dont les effets secondaires sont bénins permet de diminuer la densité des parasites chez les malades, elle réduit les lésions cutanées (à 90 %) et certaines atteintes oculaires. Un suivi est actuellement assuré auprès des individus soignés par ivermectine de façon à mesurer l'efficacité à long terme de ce traitement, principalement en ce qui concerne les lésions ophtalmologiques.

## **Opérations de développement agricole**

Au cours de leurs recherches sur l'évolution des sociétés et des économies rurales face au processus de développement dans lequel nombre de pays tropicaux se sont engagés au lendemain des **indépendances**, sociologues, économistes et géographes de l'Institut ont été amenés à étudier des opérations de développement agricole mandatées par des bailleurs de fonds (Caisse centrale de coopération économique, Etats, Fed, Banque mondiale, par exemple) et confiées à des sociétés d'intervention.

Entreprises dès la fin des années 1960, ces études pluridisciplinaires ont visé à évaluer, voire à réorienter, les opérations mises en œuvre en analysant les causes de l'adaptation ou au contraire de la résistance des sociétés rurales aux modèles de développement proposés.

Menées en Afrique de l'Ouest et à Madagascar, ces recherches ont porté tout au long des années 1970 et au début de la décennie suivante sur des opérations de développement très diverses tant par leur ampleur que par leur objet : mise en valeur agricole des terres pauvres des tanety (collines) des hauts plateaux malgaches, création d'un complexe maraîcher en pays Sénoufo au nord de la Côte d'Ivoire, aménagement hydro-agricole de la vallée du fleuve Sénégal, réformes agraires visant à restructurer les campagnes sénégalaises et malgaches, rénovation des anciennes plantations cacaoyères et caféières au Togo, pour ne citer que quelques exemples. Au-delà de la diversité des opérations étudiées, les différents bilans dressés par les chercheurs ont souligné combien la réussite de ces projets de développement dépendait de la prise en



Préparation du sol dans une rizière. Indonésie.

compte de la spécificité des sociétés rurales, de leurs objectifs immédiats, de leur organisation sociale, de leurs régimes fonciers, de leurs pratiques culturelles et de leurs **systèmes de production**, de leur histoire lointaine ou plus récente. L'analyse d'une opération de développement agricole doublée d'une réforme agraire mise en œuvre au début des années 1970 par la Somalac au bord du lac Alaotra (Madagascar) a ainsi révélé que les cultivateurs n'avaient pas adhéré au modèle technique (monoculture intensive de riz irrigué) qui leur était proposé car il n'avait pas été tenu compte de la multiplicité des activités inhérentes à leur système de production (culture sèche, élevage, pêche, etc.). En outre, le métayage établi dans le cadre de la réforme agraire s'était reconstitué sur la base de la propriété du matériel d'exploitation (des trac-

teurs notamment) et non plus sur celle de la propriété foncière. De même, l'échec du complexe maraîcher de Sinémiatali (nord de la Côte d'Ivoire), créé en 1979 par une société d'Etat et fondé sur un travail collectif et une communauté de revenus, a été expliqué en partie par la méconnaissance de la notion de collectivité chez les Sénoufo, que l'on présupposait « innée » dans cette société alors qu'elle réveillait plutôt auprès de ces agriculteurs les souvenirs les plus pénibles de la période coloniale...

Ces analyses sur les opérations de développement agricole se poursuivent aujourd'hui dans le cadre d'une réflexion générale sur les institutions et les pratiques du développement dans les pays du tiers-monde et en milieu rural ouest-africain, ainsi qu'au travers d'études de terrain menées en Côte d'Ivoire et au Congo.

Depuis plus de deux millénaires, l'or fait l'objet en zone tropicale d'une exploitation intense tant en Amérique latine, en particulier dans les Andes, que dans certaines régions d'Afrique. Quelques-uns de ces **gisements** sont depuis plusieurs décennies arrivés à épuisement, notamment ceux qui affleurent en surface et sont d'accès facile. A la demande de pays désireux de trouver d'autres sites aurifères, les géologues de l'Orstom ont engagé diverses études sur l'origine et la structure des gisements de ce minerai dans les formations superficielles (sols, sédiments, etc).

Le premier chantier de recherche s'est ouvert en 1979 dans la cordillère orientale du sud du Pérou en collaboration avec les services miniers nationaux. Sur ce terrain, puis dans les Andes boliviennes à partir de 1986, a été étudié le cycle de formation de l'or, depuis la genèse des minéralisations primaires à la constitution des placers – dépôts où l'or primaire s'est trouvé « piégé » après avoir été érodé et transporté par des glaciers puis des fleuves. Outre leur intérêt sur le plan fondamental, ces recherches ont eu de nombreuses retombées pour les exploitants miniers. A Tipuani en Bolivie, où les gisements superficiels étaient épuisés, l'analyse des données géologiques a en effet amené à proposer aux coopératives de mineurs de nouveaux sites où creuser des puits d'exploitation et à leur fournir des guides de prospection. En outre, la mise en évidence des variations de la granulométrie et de la morphologie de l'or dans les différents types d'alluvions du placer de Tipuani a permis une meilleure adéquation des techniques de récupération de l'or dans les laveries.

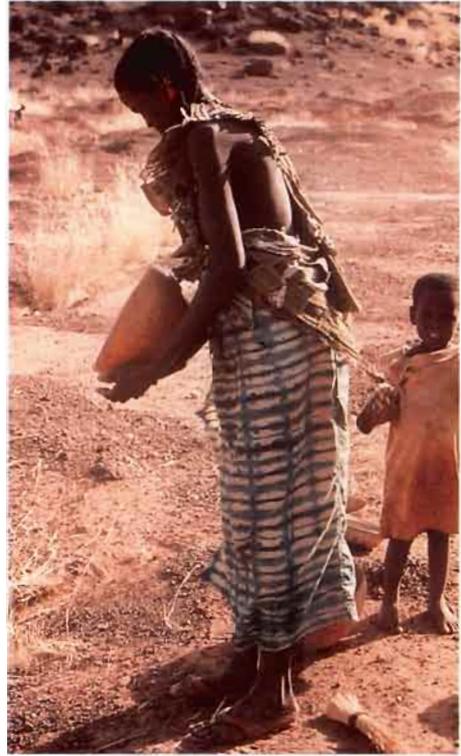


Photo Jean-Claude Parisot

Geste traditionnel d'une orpailleuse. Site de Tiékénéne. Burkina Faso.

Les études sur le cycle de l'or dans les sols africains ont commencé en 1984. Au Gabon et au Mali, les géologues se sont attachés au problème de l'altération et de la dispersion de l'or dans les **latérites** qui forment une profonde couverture masquant en surface le signal de la présence de filons profonds. Au Burkina Faso, des recherches, récemment entreprises en collaboration étroite avec des orpailleurs burkinabés, visent à analyser la répartition et l'évolution de gisements peu profonds, pouvant être aisément exploités par de petites entreprises artisanales. Ces dernières années de travail sur le terrain ont d'ores et déjà abouti à définir certains mécanismes de distribution du minerai dans les formations superficielles d'Afrique, fournissant quelques clefs nouvelles pour la prospection de l'or sur ce continent.

Hormis les initiatives de quelques chercheurs isolés au XIXe siècle, la recherche française sur les milieux tropicaux ne se développa qu'au lendemain de la première guerre mondiale lorsque le gouvernement vit dans la mise en valeur des territoires coloniaux d'Afrique, de Madagascar, d'Extrême-Orient et du Pacifique, un moyen de fonder le renouveau économique de la République. La recherche scientifique fut alors appelée à jouer un rôle de premier plan. « C'est en s'appuyant sur la science, par la création de laboratoires et de champs d'expérience, affirmait en 1919 le ministre des Colonies devant la Chambre, que les colonies arriveront à mieux connaître leurs ressources et à les mettre en valeur de manière rationnelle. »



Premier logo de l'Orstom, alors Orsc.

Lors de congrès scientifiques qui se tinrent en 1931 et 1937 et alors que des centres agronomiques avaient été créés dans les colonies africaines et malgaches, la nécessité de structurer cette recherche coloniale encore balbutiante se fit jour et se concrétisa par un arrêté du 19 novembre 1942 puis par la loi du 11 octobre 1943 portant création de l'Office de la recherche

scientifique coloniale (Orsc). Placé sous l'autorité du secrétaire d'Etat à la Marine et aux Colonies et présidé par le directeur du CNRS, l'Orsc avait pour objet d'orienter, coordonner et contrôler les recherches scientifiques dans les territoires relevant du secrétariat d'Etat. A la Libération, avec le rétablissement de la légalité républicaine, la création de l'Office fut tout d'abord invalidée avec l'ensemble de la législation promulguée par le gouvernement de Vichy pour être finalement reconfirmée par l'ordonnance du 22 novembre 1944 signée par Charles de Gaulle.

Au cours de ses premières années d'existence, l'Office, alors surnommé « Orsicolo » du nom de son adresse télégraphique, répondit dans l'urgence aux objectifs fixés en 1943 : constituer un corps de chercheurs prêts à travailler **outré-mer**, créer une **formation** scientifique de haut niveau spécialisée dans le monde tropical, mettre en place un réseau de **centres de recherche** polyvalents capables de rayonner sur les colonies françaises, en Afrique occidentale et équatoriale française, à Madagascar et dans l'océan Pacifique.

Dès 1946, sans attendre la mise en place de ces structures scientifiques, les premiers chercheurs recrutés par l'Office et appartenant à des disciplines fort diverses (entomologie, botanique, phytopathologie, pédologie, hydrologie, sociologie, géographie) partirent sur le terrain pour accomplir leurs missions d'exploration et de mise en valeur de ces terres tropicales demeurées jusqu'alors souvent vierges de toute investigation scientifique.

De 1949 à 1953, l'Office changea deux fois d'appellation : l'Orsc se mua tout d'abord en Orsom (Office de la recherche scientifique outre-mer), puis

en Orstom (Office de recherche scientifique et technique outre-mer) à la suite du décret du 17 novembre 1953 qui rattachait directement l'Office au ministère de la France d'outre-mer, nouvellement créé, et étendait ses compétences aux départements d'outre-mer, aux Etats associés, aux protectorats, enfin l'autorisait à apporter son concours sous forme d'assistance technique aux pays étrangers et aux organisations internationales. En 1957, à la veille des **indépendances**, l'Orstom avait ainsi la responsabilité de l'ensemble de la recherche scientifique (soit une quinzaine de disciplines scientifiques, exception faite de l'agronomie appliquée) dans la France d'outre-mer, bénéficiait d'un corps scientifique de trois cent cinquante chercheurs pour l'essentiel formés au sein de l'Office et disposait d'une quinzaine de centres de recherche et de formation, successivement ouverts à Bondy en métropole, en Afrique de l'Ouest et du Centre, en Guyane, en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française et à Madagascar.



Exclusivement centré, de 1943 au début des années 1950, sur les territoires tropicaux qui composaient alors la France d'outre-mer, l'Orstom diversifia progressivement son champ d'intervention pour embrasser l'ensemble de la zone intertropicale. Sa première réforme en 1953 l'encouragea tout d'abord dans cette voie, en étendant ses compétences aux Etats associés et aux protectorats et en l'autorisant à apporter son concours sous forme d'assistance technique aux pays étrangers et aux organisations internationales. Dès 1953, des programmes de

recherche furent ainsi développés au Maroc, et quelques années plus tard en Tunisie et au Liban. Cette expansion géographique fut de nouveau favorisée en 1960 dans le cadre d'une nouvelle réforme de l'Office, promulguée au lendemain des **indépendances** africaines et malgache, qui élargit son champ d'intervention à l'ensemble des pays situés hors des régions tempérées et conféra à l'Orstom sa stature internationale.

Mais s'il est aujourd'hui présent dans une quarantaine de pays tropicaux et est implanté sur les cinq continents, l'Orstom a conservé des liens privilégiés avec ceux qui composaient l'ancienne France d'Outre-Mer et en particulier avec l'Afrique francophone, où furent installés ses premiers **centres de recherche** pour y accueillir ses chercheurs au lendemain de la seconde guerre mondiale. Si la proportion de ses chercheurs travaillant sur le continent africain est aujourd'hui inférieure à ce qu'elle était il y a vingt ans (70 % environ), l'Orstom compte encore sur le continent africain 45 % de ses effectifs expatriés et y dispose de l'essentiel de ses implantations scientifiques, établies dans une douzaine de pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre il y a près de cinquante ans.

Les départements et territoires d'outre-mer où travaillent actuellement cent soixante-dix de ses chercheurs (soit 25 % de ses effectifs expatriés) constituent le second territoire d'implantation de l'Orstom après l'Afrique. Présent dès le lendemain de la guerre en Nouvelle-Calédonie et en Guyane, depuis 1964 en Polynésie française puis à la Réunion et aux Antilles, l'Orstom y dispose aujourd'hui de cinq centres pluridisciplinaires (Nouméa, Papeete, Pointe-à-Pitre, Fort-de-France, Cayenne) et d'une base spécialisée dans la veille climatique (Saint-Denis de la Réunion)

qui offrent à l'Institut autant de points d'ancrage à son rayonnement dans l'ensemble du Pacifique, de l'océan Indien et vers l'Amérique latine.

L'année 1962 marqua la première mission d'envergure des chercheurs de l'Institut sur le continent latino-américain dans le cadre d'une mission d'aménagement du Val Jaguaribe dans le Nordeste brésilien. D'abord ponctuelles et limitées, ces interventions en Amérique latine s'intensifièrent à la fin des années 1960 et au cours de la décennie suivante. De 1967 à 1978, l'Orstom s'installa, dans le cadre d'accords de coopération de longue durée, au Pérou, en Bolivie, au Brésil, à Cuba, au Mexique, en Equateur, au Venezuela et en Colombie, puis de 1980 à 1988, au Nicaragua, au Chili, en Argentine, au Costa-Rica et au Guatemala. Aujourd'hui, étroitement associé aux travaux menés dans de nombreux instituts de recherche latino-américains au sein desquels ses chercheurs sont accueillis, l'Orstom compte en Amérique latine 17 % de ses effectifs expatriés.

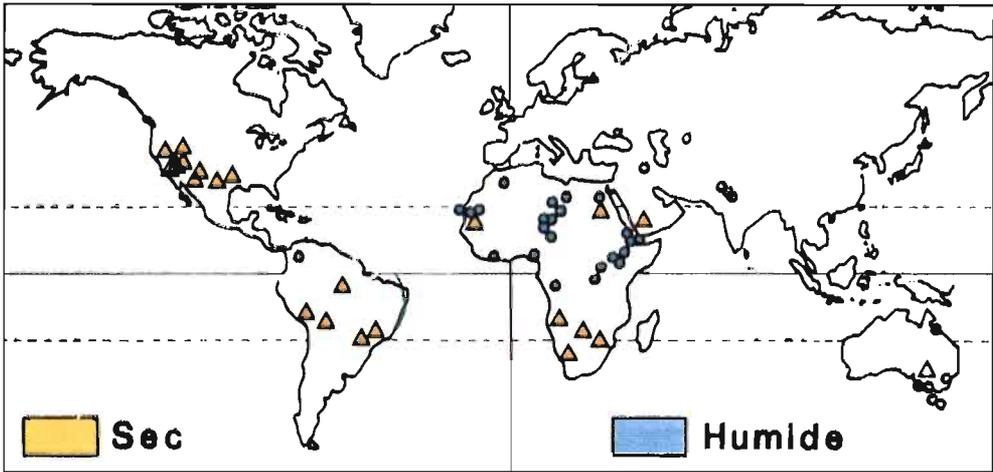
Les programmes de recherche furent lancés de façon plus tardive en Asie et les interventions de l'Orstom dans cette région du monde demeurent aujourd'hui encore ponctuelles, hormis en Indonésie. A la fin des années 1970, l'Orstom commença cependant à développer des relations avec certains pays asiatiques. Des programmes de recherche ont pu ainsi être mis en œuvre en Indonésie en 1978, puis au Bangladesh, en Inde, en Malaisie, au Laos, aux Philippines et en Thaïlande. Actuellement, l'Institut cherche à conforter sa présence dans le Sud-Est asiatique, notamment en Indonésie, en Thaïlande et dans la péninsule indochinoise, qui devrait s'affirmer dans les années à venir comme un nouvel

espace de coopération avec une extension significative au Vietnam où l'Orstom avait déjà pu établir de 1970 à 1975 une mission scientifique.

## Paléoclimats

Connaître les évolutions climatiques anciennes est l'une des clefs pour comprendre les mécanismes régissant les climats actuels et prévoir les changements à venir. L'étude des paléoclimats présente ainsi un intérêt capital sous les latitudes tropicales où l'équilibre des écosystèmes est plus que partout ailleurs menacé par de brutales variations climatiques. En témoignent les grandes **sécheresses** qui ont, de façon dramatique, touché le Sahel ou le Nordeste brésilien ces dernières années.

Lancées en 1974, les premières recherches paléoclimatologiques entreprises par l'Orstom ont eu pour objectif de préciser les variations du climat dans le bassin du lac Tchad au Pléistocène supérieur (ces 20 000 dernières années) et d'établir un modèle climatique cohérent pour l'ensemble de la région sud-saharienne. Achevées en 1981, ces travaux ont permis de retracer l'évolution paléogéographique et stratigraphique de la cuvette tchadienne, de déduire la pluviosité de ce bassin au cours des vingt derniers millénaires et de préciser le rôle de la nappe phréatique au Quaternaire récent. Les études palynologiques – analyse des pollens fossiles, marqueurs des évolutions paléoécologiques – ont révélé par ailleurs que la zone sahélienne dans son ensemble connut lors de ces dix derniers millénaires des variations climatiques contrastées avec une période humide et



Changements climatiques passés (6000 ans avant JC).

une remontée de la végétation vers le nord en 7500 avant notre ère puis une phase aride vers 2500.

Des études archéologiques ont enrichi les conclusions de ces recherches. Les préhistoriens ont ainsi montré que le climat humide qui s'établit à l'Holocène joua un rôle déterminant sur les débuts du néolithique dans la vallée de l'Azawagh au Niger ainsi que dans les régions septentrionales du Tchad. Les résultats obtenus au Sahel ont incité à développer ces recherches paléoclimatologiques à une échelle plus globale.

En 1984, le programme Geocit proposait ainsi d'identifier les variations du climat et de l'environnement entre la dernière glaciation (il y a 18 000 ans) et l'interglaciaire actuel dans des contextes climatiques et géographiques différents, au nord et au sud de l'équateur, dans les hautes montagnes tropicales (Andes boliviennes), les grands bassins continentaux d'Afrique de l'Ouest (Cameroun, Sénégal, Ghana) et d'Amérique du Sud (Amazonie brésilienne) ainsi qu'à Java en Indonésie.

Sur le terrain, les chercheurs ont effectué pour l'essentiel des sondages carotés dans les sédiments lacustres

ou fluviatiles anciens sur lesquels ont été pratiqués une datation isotopique et un examen des restes végétaux et animaux (pollens, algues ou coquillages fossilisés). En Bolivie, ces travaux ont permis de spécifier les importantes fluctuations du niveau du lac Titicaca et, ainsi, les différents changements climatiques de ces sept derniers millénaires : entre 5000 et 1600 ans avant notre ère, le niveau du lac beaucoup plus bas témoigne d'une intense sécheresse, période suivie pendant trois siècles par l'instauration d'un climat plus humide, puis par cinq nouvelles phases de forte sécheresse. En Afrique, les recherches palynologiques, associées à des datations au carbone 14 et à l'identification des variations séculaires du champ magnétique, ont conduit à préciser l'histoire des **écosystèmes forestiers**, révélant que les forêts actuelles étaient largement occupées par de la savane jusqu'à 7000 ans avant notre ère ou réduites à quelques zones refuges où se développaient des espèces aujourd'hui connues seulement en altitude. En Amérique latine, les chercheurs ont pour leur part conclu à une régression des massifs forestiers entre 5500 et 2000 ans.

La comparaison des résultats obtenus sur les deux continents indiquerait donc que le réchauffement du globe, entre le dernier maximum glaciaire et l'interglaciaire actuel, n'a pas eu les mêmes effets dans les différentes régions intertropicales. Une conclusion riche d'enseignement à l'heure où l'on se préoccupe des menaces que fait peser sur la planète le réchauffement de l'atmosphère...

## Paludisme

Le paludisme demeure la maladie parasitaire majeure de cette fin de siècle : un tiers de l'humanité y est exposé, un million de personnes, en majorité des enfants, en meurent chaque année. L'Afrique tropicale, du sud du Sahara jusqu'au Kalahari, constitue le plus important foyer mondial de cette endémie due à un parasite, le *Plasmodium*, transmis par des moustiques, les anophèles.

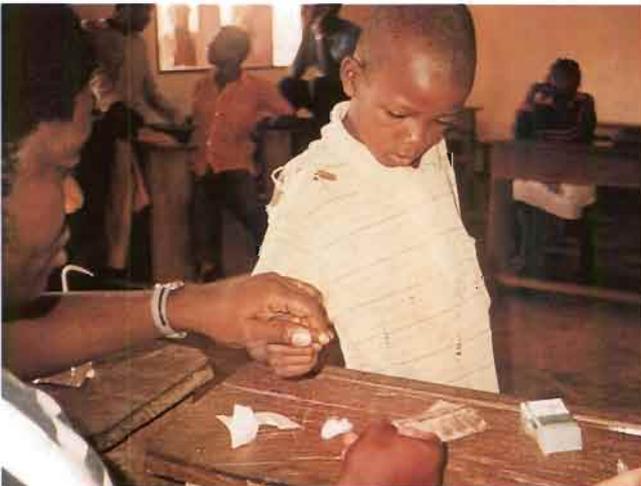
Au début des années 1950, dans le cadre d'une campagne mondiale d'éradication du paludisme initiée par

l'OMS, la section d'entomologie médicale de l'Orstom lança en Afrique de l'Ouest ainsi qu'à Madagascar ses premières études sur les anophèles, notamment sur *Anopheles gambiae* et *Anopheles funestus*, les vecteurs les plus efficaces de la maladie en zone intertropicale. Aux travaux initiaux d'inventaire et d'étude de répartition des anophèles réalisés en Haute-Volta, au Congo et à Madagascar vinrent s'ajouter au début des années 1960 des études sur la bioécologie et la génétique de ces insectes vecteurs. Le constat d'échec des grandes campagnes antipaludiques initiées par l'OMS en Afrique rendit en effet nécessaire l'étude approfondie du cycle d'agressivité, des préférences trophiques et des réactions aux insecticides des différentes espèces et populations d'anophèles qu'avaient permis de distinguer les analyses génétiques menées conjointement.

Ces recherches entomologiques furent étroitement associées dès 1955 à des campagnes d'évaluation de l'endémie et à l'étude des conditions de transmission du paludisme, notamment à partir du centre pilote de l'OCCGE à Bobo-Dioulasso en Haute-Volta. Dans

le cadre de programmes financés par le ministère de la Recherche et celui de la Coopération, ces études épidémiologiques furent relancées en 1978 au Congo, en Haute-Volta, au Bénin et plus récemment au Sénégal, au Cameroun et en Haïti. Ces recherches ont ainsi permis de comparer la dynamique de la transmission du paludisme en fonction de différents biotopes (forêt, savane, milieux

Photo Michel Cor



Enquête paludométrique dans une école. Cameroun.

insulaires et lagunaires, Sahel, villes) et d'étudier les relations existant entre l'infestation parasitaire, les manifestations cliniques de la maladie et la diversité des réponses immunitaires au parasite. Les études firent par exemple ressortir qu'en savane, une région rizicole présentait, malgré une densité de vecteurs supérieure, un taux de transmission moindre qu'ailleurs, un paradoxe expliqué par la jeunesse relative des anophèles piquant les hommes et par l'emploi très fréquent de moustiquaires par les villageois.

Tout en poursuivant aujourd'hui ces programmes, les chercheurs mettent aujourd'hui l'accent sur l'évaluation et l'élaboration de nouvelles méthodes de lutte anti-vectorielle et anti-parasitaire. En effet, les anophèles avaient développé depuis les années 1950 des résistances aux insecticides comme le DDT, tandis que plus tard les parasites étaient devenus résistants aux médicaments antipaludiques les plus employés, telle la chloroquine. L'un des buts de ces recherches est de mettre au point des techniques économiquement appropriées aux populations des pays pauvres.

Au milieu des années 1980, l'équipe du centre Muraz de l'OCCGE à Bobo-Dioulasso a testé ainsi pendant trois ans dans deux villages burkinabé l'efficacité de moustiquaires imprégnées d'un insecticide, la deltaméthrine. Le bilan de cette expérience apparaît aujourd'hui encourageant : réduction de la transmission du paludisme (de 90 à 95 %), diminution de la proportion d'individus porteurs de fortes densités parasitaires et baisse des risques d'accès palustre (jusqu'à 60 %). Cette méthode au faible coût de revient, facilement utilisable et immédiatement applicable, pourrait autoriser de nouveaux espoirs pour protéger les populations, notamment si

l'on y associe des mesures prophylactiques destinées à des groupes à risque comme les femmes enceintes.

Une autre voie de recherche s'oriente actuellement vers l'étude des différences entre les diverses souches de *Plasmodium* en vue de l'identification des parasites plus ou moins pathogènes ou sensibles aux antipaludiques.

Récemment, des études d'épidémiologie génétique ont été également entreprises qui tendent à montrer que l'effet d'un gène pourrait expliquer la « distribution » de la maladie au sein d'une même famille observée par les cliniciens. Il semblerait ainsi qu'il y ait des sujets naturellement enclins à développer de fortes parasitémies alors que d'autres y seraient moins exposés. La recherche du gène contrôlant la susceptibilité individuelle au paludisme et l'identification de la protéine codée par ce gène pourrait déboucher sur des voies thérapeutiques originales.

## Pollution des eaux

Au début des années 1970, en pleine croissance industrielle et urbaine, la Côte d'Ivoire était dans le peloton de tête des nations africaines concernées par les problèmes de pollution. Les autorités ivoiriennes ont alors sollicité les chercheurs du centre de recherches océanographiques d'Abidjan afin qu'ils étudient l'impact de la création d'un émissaire destiné à évacuer en mer les eaux usées de la capitale. Ceux-ci ont été ainsi amenés à mesurer le pouvoir autoépurateur et dispersant du milieu océanique.

Parallèlement, dans le cadre du programme Mab, ces chercheurs ont été chargés d'entreprendre une étude sur



Les déchets d'une huilerie industrielle à Bobo-Dioulasso sont récupérés pour la confection du savon utilisé localement. Burkina Faso.

la pollution de la lagune Ebrié. L'estimation et le suivi de la contamination bactérienne (choléra) ou virale (hépatite et poliomyélite) et de la charge de polluants organiques due à des rejets domestiques et des effluents industriels ont confirmé la dégradation constante et parfois irréversible de certaines baies urbaines de la lagune. Cette situation a suscité la création en 1985 du premier réseau national d'observation de la qualité des eaux lagunaires et marines d'Afrique de l'Ouest. A la suite de la mise en fonctionnement en 1990 de l'émissaire, il semble désormais possible que la lagune retrouve à terme une qualité de ses eaux qui puisse de nouveau y autoriser la pêche.

Les premières recherches sur les pollutions lagunaires se sont dès 1974 étendues aux fleuves et rivières d'Afrique de l'Ouest. Elles visaient à établir dans quelle mesure des épandages réguliers d'insecticide sur les gîtes larvaires de simulies, destinés à détruire ces moucheron, vecteurs de l'**onchocercose**, pouvaient perturber la faune et la **flore** de ces cours d'eau. Dans le cadre de ce programme OCP lancé par l'OMS dans onze Etats afri-

cains, le laboratoire d'hydrobiologie de Bouaké a analysé les effets des traitements sur la biologie et la dynamique des principaux organismes (algues, **insectes** et poissons) vivant dans ces rivières.

Au terme de quinze ans d'observation, il a été prouvé que les insecticides utilisés n'avaient pas d'impact significatif sur les poissons des cours

d'eau traités et que les effets des traitements chimiques sur les invertébrés pouvaient être compensés par leurs importantes capacités de recolonisation. Dans l'ensemble, les chercheurs n'ont observé aucune altération à long terme de l'équilibre biologique des cours d'eau.

En 1987, les hydrologues ont mis en place sur les différentes rivières traitées un réseau de mesures des débits, transmises par satellites, leur permettant de définir le dosage adéquat d'insecticide et de prévoir le moment de sa dispersion. Dans ce cadre, les chercheurs ont dispensé une **formation** à des scientifiques du Mali, de Guinée, de Côte d'Ivoire, du Ghana, du Togo, du Burkina Faso et du Bénin. Ceux-ci assurent aujourd'hui le programme de surveillance des rivières de la zone d'intervention de l'OCP.

Aujourd'hui, le rejet d'eaux résiduaires d'origine industrielle affecte de plus en plus l'environnement des pays tropicaux. Aussi les chercheurs du laboratoire de biotechnologies de Montpellier ont-ils développé des procédés biologiques permettant l'épuration de ces effluents (cf. **bioconversions**).

En collaboration avec le centre de biotechnologies de Sfax, ils ont mis au point en 1990 un procédé de traitement par fermentation méthanique des résidus fortement polluants de l'industrie oléicole.

Actuellement testée sur un site pilote

en Tunisie, cette technique, alliant l'avantage de dépolluer les eaux industrielles à celui de produire de l'énergie grâce au gaz méthane dégagé par la fermentation, pourrait être une solution d'avenir dans les pays en développement.

## **P**ratiques et politiques scientifiques

Favoriser l'émergence et la consolidation de communautés scientifiques nationales dans les pays du tiers-monde – condition *sine qua non* d'un développement socio-économique durable – est l'une des priorités aujourd'hui affirmées par l'Orstom. Dès 1964, la conférence internationale de Lagos avait proposé une série de mesures (1 % du PNB consacré à la recherche, création d'un corps scientifique de deux cents chercheurs par million d'habitants) visant à l'autonomie scientifique des pays en développement. Après vingt années, force a été de constater que ces objectifs étaient loin d'être atteints : si l'on observait une augmentation – fort inégale d'ailleurs selon les nations – des budgets nationaux consacrés à la recherche, ceux-ci, selon l'Unesco, ne s'élevaient en 1984 qu'à 0,43 % du PNB pour l'ensemble du tiers-monde et, de surcroît, l'aide extérieure s'était accrue pour atteindre dans certains cas comme au Sénégal 70 % du budget national.

Devant cet état de fait, une équipe pluridisciplinaire de l'Orstom associant des pédologues, des économistes, des agronomes, des anthropologues et des sociologues a lancé en 1983 un programme de recherche visant à

analyser les pratiques scientifiques dans les pays en développement et par là même à mieux orienter les politiques mises en œuvre.

Dans ce cadre, une étude comparative des structures scientifiques et techniques nationales de différents pays du tiers-monde (Inde, Venezuela, Brésil, Algérie, Cameroun, Sud-Est asiatique) et une analyse de leurs relations avec la communauté scientifique internationale a été et continue d'être menée en étroite collaboration avec les laboratoires des nations étudiées. Des chercheurs se sont par ailleurs intéressés aux réseaux développés entre la recherche et l'industrie ou le secteur agricole. Une étude sur l'apprentissage technologique et les transferts des résultats de la recherche dans certains secteurs industriels (chimie fine, pétrochimie, agro-alimentaire) a été ainsi conduite au Venezuela dès 1985 et se poursuit aujourd'hui dans l'ensemble de l'Amérique latine. Enfin, une réflexion a été engagée sur la pertinence des indicateurs – parmi lesquels la bibliométrie, c'est à dire l'analyse quantitative des publications scientifiques – permettant d'évaluer la production et la dynamique des communautés scientifiques et techniques dans les pays en développement.

## Qualité des eaux

En 1958, les hydrologues de l'Orstom entreprirent leurs premières recherches sur les propriétés physico-chimiques des eaux continentales en région tropicale avec une étude sur la salinité des eaux du lac Tchad. Au cours des deux décennies suivantes, ces analyses des particules en suspension ou en solution (sédiments, sels, etc.) dans les fleuves, lacs et estuaires tropicaux se sont développées en Afrique équatoriale, au Sahel, dans les îles du Pacifique et dans certaines régions méditerranéennes car elles répondaient à des besoins de plus en plus nombreux : détermination de la durée de vie des barrages qui menaçaient d'être comblés par des alluvions, contrôle de la teneur en sels dissous dans les eaux destinées à la consommation, à l'irrigation et aux industries, risques de **pollution**, etc.



Photo Jean-Louis Guyot

Eaux chargées du Rio Madeira. Amazonie.

Les recherches récemment menées sur les grands bassins fluviaux tropicaux – et notamment sur le Congo, le Niger, le Sénégal et l'Amazonie – accordent une place prépondérante à l'étude de la qualité de leurs eaux. Les études hydrologiques entreprises dans

le cadre du PEGI lancé conjointement par l'Orstom, l'Insu et plusieurs laboratoires universitaires vise ainsi à établir, à partir d'observations transmises par le satellite Météosat, un bilan des matières particulières ou dissoutes, apportées à l'océan par les fleuves Congo et Amazone.

De même, dans le cadre du programme Phicab conduit depuis 1983 par des chercheurs français et boliviens, un réseau de stations de mesure des composantes physico-chimiques des eaux a été mis en place sur le Rio Madeira, l'un des plus grands fleuves du monde. Ces observations ont amené à réaliser le bilan des éléments géochimiques (ions, silice dissoute, sédiments, carbone) contenus dans les eaux et de leur variation en amont et en aval du Rio Madeira. Des cartes de teneurs en suspension ont été établies. Ces résultats devraient permettre à terme d'élaborer une nouvelle stratégie de gestion des ressources en eau du bassin, notamment pour l'irrigation ou l'**aquaculture**.

## Récifs et lagons

Les récifs coralliens et les lagons qu'ils abritent en deçà des grandes barrières ou dans les atolls posent encore bien des énigmes aux scientifiques, tant en ce qui concerne leur diversité biologique que leur fonctionnement. Au cours des années 1970, les chercheurs du centre de Nouméa entreprirent leurs premières études sur l'hydrologie, le plancton et les poissons des récifs coralliens du Pacifique, notamment dans l'archipel des Tuamotu en Polynésie française.

En 1976, ils mirent en place un important programme de pharmacologie visant à déceler des **substances naturelles d'intérêt thérapeutique** dans les organismes vivant dans les coraux du lagon de Nouvelle-Calédonie. A la fin de cette décennie, leurs études se sont élargies à d'autres ressources de l'écosystème lagonaire, les holothuries, les trocas et les poissons pélagiques en particulier.

Dans les années 1980, le lagon a fait l'objet d'un programme de recherche pluridisciplinaire destiné à en décrire les caractéristiques et à en comprendre le fonctionnement (hydrodynamique, sédimentologie, biotopes, flux de matière et d'énergie, ressources biologiques).

La télédétection a offert une aide précieuse pour cartographier les zones récifales et lagonaires peu profondes tandis que l'étude des sédiments a permis de réaliser la carte des vingt mille kilomètres carrés de fonds meubles du lagon.

Par ailleurs, les chercheurs ont pu dresser, à partir de trente-cinq mille organismes recueillis, l'inventaire de plus d'un millier d'espèces vivant dans les différents biotopes du lagon (les fonds durs, les fonds meubles et les mangroves). Ils ont évalué les principales ressources biologiques (poissons et invertébrés) exploitées et potentielles.

Enfin, des études fondamentales utilisant des techniques de pointe ont amené à préciser le fonctionnement énergétique du lagon et le transfert de matières au sein du **réseau trophique**.

En 1980, une équipe s'est installée à Papeete afin d'étudier les atolls de Polynésie française, région où se trouvent plus du quart des atolls que compte la planète. Comme en Nouvelle-Calédonie, la description et l'étude du fonctionnement de ces écosystèmes ont été menées simultanément et ont été accompagnées de recherches plus spécifiques sur les ressources en poissons et en huîtres perlières, la perliculture constituant l'une des premières activités économiques de ce territoire.

En 1985, deux chercheurs du centre de Papeete ont formulé une hypothèse qui expliquerait la richesse relative des atolls au sein d'un océan « désertique », autrement dit dépourvu des sels minéraux permettant d'élaborer

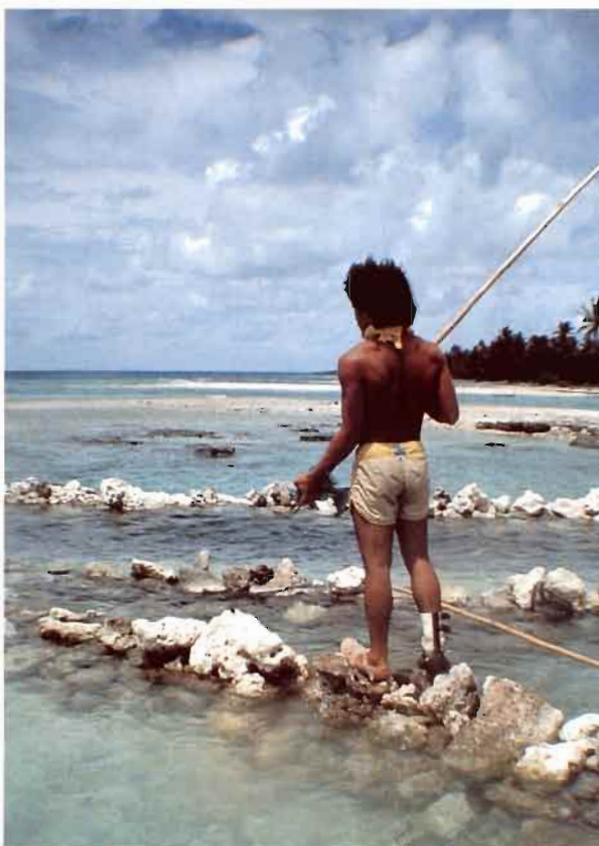


Photo André Imes

Pêche de poissons perroquet dans des parcs à carail. Polynésie française.

la matière vivante par photosynthèse : une remontée d'eau profonde, riche en sels nutritifs, traverserait la structure poreuse du soubassement corallien sous l'effet d'un flux géothermique et viendrait enrichir les eaux de l'atoll. Les recherches en cours s'attachent à démontrer le bien fondé de cette théorie, encore controversée quant à l'ampleur et aux effets de ce phénomène baptisé *endo-upwelling*. D'autres études se poursuivent sur les mécanismes du fonctionnement des lagons d'atoll en montrant en particulier l'importance de la fixation de l'azote atmosphérique par des algues microscopiques ainsi que la richesse exceptionnelle des eaux lagonaires en bactéries, deux éléments qui confèrent une certaine originalité à ces systèmes confinés.

## Réseaux hydrologiques

A la fin de la seconde guerre mondiale, le régime des cours d'eau des pays tropicaux n'avait fait que rarement l'objet de recherches scientifiques. Cette région du monde ne bénéficiait en effet que d'un réseau très lâche de pluviomètres installés au début du siècle et de quelques stations d'observation des niveaux de grands fleuves navigables. La tâche la plus pressante confiée aux premiers hydrologues de l'Institut recrutés en 1946 et 1947 fut de prospecter un certain nombre de sites en vue de les équiper de centrales hydro-électriques.

Les hydrologues contribuèrent ainsi à l'installation progressive de nombre de grands aménagements souvent à finalité multiple (hydro-électricité, irrigation, aide à la navigation, etc.), au Cameroun, au Mali et en Côte d'Ivoire.

En 1950, le service hydrologique de l'Orstom, qui venait d'être créé, commença à déployer, en collaboration avec l'EDF, un réseau de stations hydrométriques sur les principaux cours d'eau des territoires d'**oufre-mer**. Au cours des deux décennies suivantes, les hydrologues ont installé ou participé à l'installation de près de mille cinq cents stations hydrométriques réparties dans près d'une vingtaine de pays de la zone tropicale, en Afrique du Nord et de l'Ouest, en Guyane, aux Antilles, à Madagascar et en Nouvelle-Calédonie. Les petits et moyens cours d'eau étant trop nombreux pour pouvoir être tous intégrés à ce réseau hydrologique permanent, dès 1947 les chercheurs ont équipé de stations de mesure des **bas-sins fluviaux représentatifs** des différentes régions climatiques de la zone tropicale de façon à pouvoir extrapoler à d'autres cours d'eau les données recueillies. Jusqu'à la fin des années 1970, la surveillance de ces stations

Photo Michel Gaultier



Station de mesures hydropluviométriques sur le fleuve Congo.

incombait surtout à des observateurs locaux qui effectuaient le plus régulièrement possible un relevé des hauteurs d'eau des rivières. Les progrès de l'électronique et l'apparition des satellites de communication ont permis de moderniser le réseau, d'accroître la fiabilité et les performances de son exploitation et d'en diminuer les coûts de gestion.

Les hydrologues ont en effet conçu de nouveaux limnigraphes et pluviographes très précis, dotés d'une mémoire électronique de grande capacité et émettant vers les satellites Argos et Météosat une information immédiatement accessible sur des stations de réception directe. Installés dès 1980 sur le Niger, le Sénégal, le bassin de l'Amazonie brésilienne et celui des Volta, ces systèmes hydrométriques, alimentés par énergie solaire et pouvant fonctionner près d'un an sans surveillance ni maintenance permettent de connaître, au jour le jour, l'évolution des débits des cours d'eau.

Les données recueillies à partir de ces stations hydrométriques furent dès 1949 diffusées dans des annuaires hydrologiques puis, avec l'introduction de l'informatique à la fin des années 1960, centralisées dans des **banques de données hydropluviométriques** fournissant les valeurs journalières des débits.

Elles ont également permis, depuis 1964, la publication de monographies sur une vingtaine de grands fleuves de l'Afrique francophone de l'Ouest, de Madagascar, des Antilles et de Nouvelle-Calédonie. Ces synthèses rassemblent, cartes à l'appui, la totalité des informations recueillies sur ces différents bassins fluviaux au terme de vingt ans au moins d'observation. L'ouvrage sur les fleuves du Cameroun, publié en 1986, a ainsi nécessité le traitement de plus d'un

million de données limnimétriques sur la base de trois mille mesures de débit (jaugeages).

A l'origine géré directement par l'Orstom, ce réseau fut à la suite des **indépendances** des pays africains progressivement pris en charge par les services hydrologiques nationaux des Etats concernés. En 1991, les hydrologues de l'Institut ont réalisé un état des lieux du réseau hydrologique de seize Etats d'Afrique de l'Ouest et du Centre dans le cadre du programme *Subsaharian african hydrological assessment* conduit par la Banque mondiale, le Pnud, l'OMM et le Fac. Ce bilan devrait conduire à une prochaine modernisation des stations hydrométriques qui constituent la base d'un réseau minimal d'observations hydrologiques.

## Réseaux trophiques

Dans le cadre de leurs études sur les **écosystèmes aquatiques continentaux et océaniques**, les chercheurs de l'Orstom ont attaché un intérêt particulier à la structure de leurs réseaux trophiques dont la connaissance est nécessaire à l'évaluation de leur richesse et de leur potentiel de production en vue d'une exploitation halieutique.

Lancées au début des années 1960 dans l'Atlantique tropical et le sud-ouest Pacifique, les premières recherches ont eu pour objectif de décrire de manière aussi précise que possible les relations existant entre les différents constituants du réseau trophique qui aboutissent à la production d'espèces exploitées. Au cours des années 1960 et 1970, les chercheurs du centre de Nouméa ont mené une étude exhaustive de

l'ensemble de la chaîne alimentaire des **thons** du Pacifique. Dans le golfe de Guinée, les recherches, entreprises dès 1970, ont porté sur les réseaux trophiques pélagiques (phyto- et zooplancton) qui conduisent aux poissons pélagiques côtiers telles que les sardinelles. Celles-ci ont notamment permis d'émettre certaines hypothèses expliquant la grande variabilité de l'abondance de ces espèces.

Photo Philippe Bourrel



*Cyclothone pallida*, poisson le plus répandu dans le Pacifique. (Longueur : 58 mm.)

Destinées jusqu'alors à évaluer les ressources exploitables des océans, ces études ont également été utilisées au cours des années 1980 pour élaborer des modèles de prévision climatique en liaison avec des recherches sur le cycle du carbone dans les océans tropicaux, notamment dans le cadre du programme JGFOS lancé en 1987.

Dans les eaux continentales, l'étude de relations trophiques s'est limitée aux poissons par le biais de l'examen du contenu de leur estomac.

Ceux-ci ont pu ainsi être classés en trois grandes catégories : les consommateurs primaires dont l'essentiel de la nourriture est constitué de végétaux et de pellicules détritiques ; les consommateurs secondaires se nourrissant des invertébrés du niveau inférieur (zooplancton, **crevettes**, **insectes** et larves d'insectes, oligochètes, etc.) ; enfin, les consommateurs terminaux principalement ichtyophages

qui puisent leur nourriture dans les deux groupes précédents.

Ces études ont été menées dans le lac Tchad à la fin des années 1960 puis dans un lac de varzea (lac temporaire d'inondation) près de Manaus en Amazonie au cours des années 1980. Dans la lagune Ebrié en Côte d'Ivoire, les recherches sur la nutrition des poissons d'élevage ont offert des applications directes pour le développement de l'**aquaculture**.

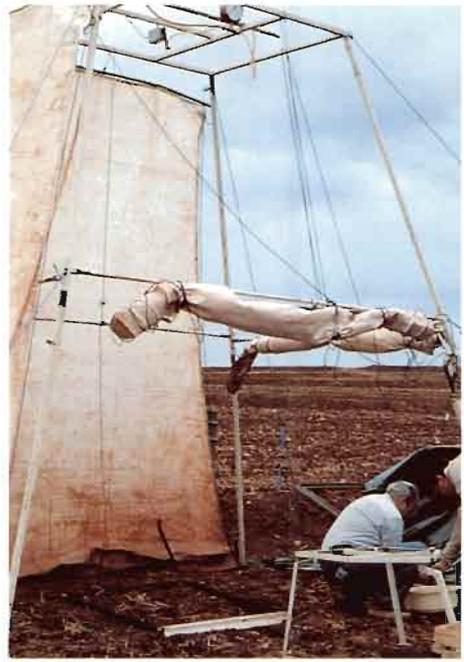
Par ailleurs, les hydrobiologistes de l'Institut ont engagé à partir de 1984 de nombreux travaux sur la sélection des proies par les poissons microphages et principalement planctophages. La connaissance de cette sélection peut en effet être mise à profit pour tenter de restaurer l'équilibre de milieux aquatiques gravement perturbés (eutrophisation massive par exemple) en favorisant le développement ou en introduisant des espèces capables de corriger le dysfonctionnement d'un niveau du réseau trophique (introduction d'espèces planctophages en cas d'excès de plancton, par exemple).

## Ressources en eau

L'accroissement continu des besoins en eau dans les pays tropicaux, notamment pour l'agriculture qui en est le premier consommateur, nécessite une maîtrise et une gestion optimale de cette ressource. Les hydrologues de l'Orstom se sont ainsi attachés, en étroite collaboration avec des pédologues, à mieux connaître et à quantifier les différents paramètres influant sur les termes du cycle de l'eau, notamment sur et dans les sols.

Les processus d'infiltration ou de ruissellement de l'eau de pluie dépendent d'un si grand nombre de facteurs (caractéristiques des averses, nature du sol et du couvert végétal, travail du sol par l'homme, etc.) qu'il est très vite apparu qu'il serait difficile de les appréhender dans des conditions naturelles au caractère trop aléatoire. En 1975, hydrologues et pédologues ont alors mis au point un mini-simulateur de pluie permettant d'étudier sur un mètre carré les réactions du sol aux précipitations en fonction de ses caractéristiques et de la nature de la végétation. Un programme d'analyse du ruissellement et de l'infiltration sous pluies simulées a pu être ainsi développé à partir de 1978 dans plusieurs pays d'Afrique (Sénégal, Niger, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun et Congo) de façon à couvrir les principaux régimes pluviaux de la zone tropicale. En 1985, ces recherches ont abouti, entre autres résultats, à établir une hiérarchisation des facteurs conditionnant l'infiltration et le ruissellement des pluies selon les différentes régions climatiques étudiées : forêt tropicale humide, savane humide ou sèche, Sahel et zone subdésertique.

Par ailleurs, les hydrologues et pédologues ont développé ensemble des programmes de recherche sur la mise en valeur et la gestion des ressources en eau, notamment par l'étude de systèmes d'irrigation performants. Dans le cadre d'un programme international mené sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest, ils ont ainsi récemment engagé une étude sur le fonctionnement naturel des bas-fonds sahéliens, ces terrains où se concentrent l'eau de ruissellement en saison des pluies et qui sont alternativement cultivés et utilisés comme pâturage pour les petits ruminants.



Simulateur de pluie à Pejuçara. Etat Rio Grande do Sul. Brésil.

Après avoir réalisé le bilan hydrologique de cinq bas-fonds au Burkina Faso, au Sénégal et au Mali, les chercheurs en ont étudié les possibilités d'aménagement (digue filtrante, barrages de protection contre les **crues**, canaux d'irrigation, etc.) de façon à parfaire les conditions d'exploitation agricole de ces milieux souvent menacés par les crues ou la **sécheresse**. En 1989, une expérience pilote entreprise en collaboration avec l'Isra a été menée sur les bas-fonds de la vallée côtière du Djiguinoum en Casamance, où la baisse des nappes phréatiques, suite à la sécheresse, avait favorisé la progression de l'eau salée et provoqué l'abandon de nombreuses rizières. Le principe de l'aménagement a consisté à stocker les eaux de pluie derrière une digue de **lotérite** munie de trois vannes de vidange pour les lâcher ensuite à marée basse. La salinité du sol a diminué alors de 60 % et la plupart des « tannes » – terres nues stérilisées par le sel – a disparu. De

nouveau le riz a pu pousser dans la vallée du Djiguinoum.

En Amérique latine, les hydrologues se sont également penchés sur les systèmes d'irrigation traditionnels qui restent bien souvent en deçà de leurs potentialités réelles d'utilisation. Dans le Nordeste brésilien, près de cent mille açudes – petits barrages en terre – sont utilisés depuis près d'un siècle pour approvisionner en eau les villages et irriguer les cultures. Une étude, menée en collaboration avec la Sude-ne, sur le fonctionnement de ces retenues a permis d'élaborer une méthodologie de gestion plus performante des açudes et a été récemment publiée dans un ouvrage didactique destiné aux agriculteurs de cette région.

## Ressources génétiques végétales

Le développement agricole dans les pays tropicaux a, comme ailleurs, largement contribué à un amenuisement de la diversité des espèces végétales, voire même localement à la disparition de certaines d'entre elles. Aussi en 1962 l'Orstom a-t-il initié un programme de recherches visant à identifier et conserver la diversité génétique de ce patrimoine végétal grâce à une collecte sur le terrain, en Afrique de l'Ouest notamment, de plantes sauvages ou cultivées et à la création de collections rassemblant ces espèces en champs ou sous forme de graines. Avec les progrès accomplis depuis le début des années 1970 dans les procédés d'analyse biochimique et moléculaire, les collections ainsi constituées ont servi de base à des études sur la diversité et l'évolution génétique des espèces recueillies, aux flux de gènes entre leurs

formes cultivées, sauvages ou adventices, amenant à la définition de méthodes d'amélioration et de production de variétés sélectionnées (cf. **amélioration des plantes**).

Ces travaux, menés en étroite collaboration avec le Cirad, des centres internationaux de recherche agronomique (Cira : l'Irri, le Cimmyt et l'Icrisat notamment) et des instituts scientifiques nationaux dans les pays partenaires ont été pour l'essentiel consacrés à des plantes alimentaires, tels que le **riz**, le **mil**, le sorgho et le fonio, le gombo, des plantes fourragères, telle l'herbe de guinée (*Panicum maximum*), ou encore de plantes dites « de rente » comme le **caféier**, le palmier à huile et le cocotier.

Lancée en 1965, la collecte de *Panicum maximum* a ainsi permis de rassembler progressivement près de cinq cents génotypes aujourd'hui conservés en chambre froide sous forme de graines au centre de Montpellier. A la fin des années 1970, une partie de cette collection a été introduite au Brésil et dès 1982 au Sénégal pour être utilisée dans des programmes d'amélioration génétique (cf. **apomixie**).

En 1980, une importante enquête a été lancée sous l'égide de l'IBPGR sur les collections mondiales de gombo, un légume-fruit très apprécié en Afrique de l'Ouest et en Inde. Dans ce cadre, les chercheurs d'Adiopodoumé ont été chargés d'enrichir celles déjà conservées en Afrique et de procéder à leur identification génétique. La collection s'élève aujourd'hui à trois mille cultivars conservés à Montpellier.

Parallèlement à la constitution de ces collections, les chercheurs se sont également attachés à améliorer leurs conditions de conservation. En effet, si certaines espèces peuvent être conservées en chambre froide sous forme



Biologie moléculaire. LRGAPT.

de graines, nombreuses sont les plantes tropicales, le palmier à huile, le cocotier ou le caféier par exemple, dont les graines ont une durée de vie ne dépassant pas quelques mois. De ce fait, pendant longtemps, ces espèces ont été entretenues dans diverses stations agronomiques d'Afrique (Man, Lomé, Port-Boué, Divo) sous forme d'arbres en champs, technique d'un entretien fort coûteux, mobilisant des surfaces importantes et ne permettant pas de protéger les plants des perturbations climatiques ou des maladies. L'utilisation de la **culture *in vitro*** a permis, en grande partie, de résoudre ces aléas. Grâce à cette technique, certaines plantes peuvent être conservées sous forme de microboutures dans des éprouvettes et dès lors stockées dans des espaces réduits. Mise en place dès 1989, la vitrothèque du centre de Montpellier comprend aujourd'hui une collection de manioc (70 échantillons), d'igname (220 échantillons) et de caféier (650 échantillons).

Synonyme d'un gain de place et d'une diminution des coûts d'entretien, le micro-bouturage *in vitro* ne garantit cependant pas sur le long terme la stabilité génétique du matériel biologique. Seule la cryoconservation, c'est-à-dire la congélation à moins 196°C, température de l'azote liquide, permet d'assurer le maintien des caractéristiques des plants et leur stockage à l'abri des contaminations pendant un temps théoriquement illimité. En effet, à cette température, tous les processus métaboliques et les divisions cellulaires sont arrêtés.

Des protocoles de cryoconservation ont été développés dans les laboratoires de Montpellier pour les plantes conservées *in vitro* par l'Orstom (caféiers, ignames et manioc), mais également pour des plantes dont les ressources génétiques sont maintenues dans d'autres laboratoires, à Cuba (canne à sucre et bananier), au Costa Rica (citrus), en Côte d'Ivoire (palmier-dattier) ainsi qu'en France, au Conservatoire botanique de Porquerolles (palmier-dattier) et au Cirad (canne à sucre).

## Ressources vivantes aquatiques

Les océanographes de l'Orstom se sont très tôt intéressés aux ressources vivantes que recèle l'océan tropical au regard de l'immense potentiel que peut représenter leur exploitation pour le développement économique des pays tropicaux qui bénéficient d'une façade maritime.

Lancées en 1950 dans les eaux du plateau continental du golfe de Guinée, les recherches ont visé à y évaluer les

ressources disponibles en approfondissant, dans un premier temps, les connaissances de base (**inventaires** et biologie descriptive) des espèces pélagiques ou benthiques les plus fréquemment pêchées ou susceptibles de l'être, telles que les sardinelles, les balistes, les maquereaux, les anchois, les crabes rouges ou les **crevettes**. Une décennie plus tard, ces études se sont orientées sur la dynamique de la production des stocks de ces espèces.

Dans le même temps, le champ d'investigation des biologistes s'ouvrit au domaine hauturier avec d'importants programmes sur les **thons** menés dans les océans Atlantique et Indien, ainsi qu'aux ressources des **écosystèmes aquatiques continentaux** avec une première étude lancée en 1963, sur le lac Tchad. Un peu plus tard, les chercheurs se sont intéressés aux ressources des milieux saumâtres au Togo, en Casamance et surtout en Côte d'Ivoire qui possède un important réseau de lagunes côtières. Les ressources de l'océan Pacifique ont été, pour leur part, étudiées dès 1974 dans le cadre de recherches sur les espèces vivant dans le **lagon** de Nouvelle-Calédonie et, en haute mer, sur le Listao, thon alors mal connu des scientifiques.

Les techniques d'étude ont évolué parallèlement. Aux méthodes d'investigation indirecte basées sur les captures réalisées par des engins de pêche se sont ajoutées au début des années 1970 des évaluations directes des ressources par des campagnes de chalutage scientifique et de détection acoustique.

L'Orstom a été ainsi l'un des pionniers du développement de l'écho-intégration dans les eaux

tropicales, technique permettant d'évaluer l'abondance des poissons avec un sondeur acoustique. D'abord utilisée sur les côtes ouest-africaines, celle-ci est aujourd'hui d'usage courant dans de nombreuses régions tropicales (Venezuela, Caraïbes, Indonésie, Pacifique central).

Plus récemment, à la suite d'essais réalisés dans le cadre du programme Harem (Halieutique et radar en Méditerranée) lancé en 1989 en collaboration avec l'Ifremer, les océanographes ont eu recours dans les océans Indien et Pacifique, à une nouvelle technique, le SAR (*Synthetic Aperture Radar*, radar aéroporté à synthèse d'ouverture), permettant de détecter à plusieurs centaines de mètres d'altitude des bancs de thons ou autres



Pêche artisanale à Nouakchott. Mauritanie.

Photo Bernard Surugue

grands pélagiques et d'évaluer leur abondance sur de vastes régions.

Dès les premières recherches effectuées dans le golfe de Guinée, la variabilité de ces ressources et le rôle de l'environnement climatique et hydrodynamique ont été clairement mis en évidence. Dans l'océan tropical, les fluctuations peuvent en effet aller jusqu'à la quasi-disparition d'une espèce pendant un certain nombre d'années. Ce fut le cas par exemple des sardinelles qui ont disparu puis réapparu sur les rivages du Ghana et de la Côte d'Ivoire. Aussi en 1991 le centre de recherches océanographiques d'Abidjan a-t-il lancé en collaboration avec le *Fisheries Department Research* de Tema au Ghana un programme pour tenter d'expliquer les causes de ce phénomène (cf. **upwellings**).

Parallèlement à ces recherches sur la fluctuation des ressources propres à un **écosystème océanique** spécifique ou à des espèces particulières, les océanographes se sont attachés à développer, depuis une dizaine d'années, une approche plus globale qui permettrait, à l'aide de modèles numériques, de quantifier le rôle de l'environnement sur la production pélagique et benthique dans l'océan tropical.

## Risques naturels

Tremblements de terre et éruptions volcaniques sont les manifestations des mouvements tectoniques qui animent la **lithosphère océanique** ou **continentale**. Si pendant longtemps ces phénomènes ont été perçus comme aléatoires, depuis plusieurs années géologues et géophysiciens cherchent à en décrire et en comprendre les principaux mécanismes.



Eruption du volcan Yasur en janvier 1994. Vanuatu.

Bénéficiant d'un réseau de stations sismologiques dans de nombreux pays tropicaux (cf. **observatoires géophysiques**), les chercheurs de l'Orstom se sont penchés au début des années 1980 sur les mécanismes de rupture de l'écorce terrestre – failles actives – entraînant des tremblements de terre de grande amplitude dans la **chaîne andine**, dans les zones de subduction du sud-ouest Pacifique et dans certaines régions d'Afrique. En Equateur par exemple, les études néotectoniques et géomorphologiques, réalisées en 1987 et 1988 en collaboration avec l'IPG et l'Institut français d'études andines, ont révélé les directions des contraintes exercées sur la croûte terrestre et la vitesse de déplacement des différents segments des failles, permettant ainsi d'évaluer les risques de séismes majeurs et de définir les zones les plus menacées.

L'évaluation des risques volcaniques est également depuis la fin des années 1980 un objectif poursuivi par

l'Orstom. Tout en développant des études fondamentales sur les structures volcaniques sous-marines ou émergées du sud-ouest Pacifique et de Polynésie, les chercheurs du centre de Nouméa ont étudié de près l'activité du volcan de Matthew, situé au sud de l'**arc insulaire** des Nouvelles-Hébrides. Sur cette île, l'installation en 1986 d'une station automatique de mesures transmises quotidiennement par satellite à une banque de données du centre de Nouméa permet aujourd'hui une surveillance permanente de l'activité du volcan. Depuis 1990, des recherches associant diverses techniques géophysiques (microgravimétrie, géodésie, magnétotellurie, sismologie...) sont menées sur plusieurs volcans actifs en Amérique centrale, en Indonésie, à la Réunion et au Cap Vert afin de préciser la structure interne des édifices et de détecter des signaux associés à l'activité magmatique (déformations, mouvements de matière...). Ces travaux ont pour finalité une meilleure compréhension des relations entre la structure du volcan et son activité ainsi que le développement de nouvelles techniques de surveillance en volcanologie.

Certaines de ces études se sont également attachées à tenir compte des facteurs aggravants que pouvait représenter l'activité humaine dans ces régions à risques. Il en est ainsi de la ville de Quito où la croissance urbaine mal maîtrisée a perturbé la structure géomorphologique d'un site naturellement sensible et accru les risques d'accidents (**crues**, coulées de boue, glissements de terrain). Associée à la réalisation d'un atlas informatisé de la ville (cf. **systèmes d'information géographique**), une étude historique de ces catastrophes répétées a conduit à déterminer leur fréquence jusqu'alors largement sous-évaluée et à cartographier les zones les plus sensibles de la cité.

## Riz

Entreprises dès 1963, les premières études de l'Orstom sur le riz ont été consacrées aux caractères génétiques permettant à cette plante de résister à la salinité des sols, notamment au Sénégal où la salinisation constitue le principal facteur limitant la riziculture. Parallèlement, certains chercheurs de l'Institut participèrent aux travaux de l'Irat visant à créer grâce à une sélection variétale de nouvelles variétés plus résistantes aux parasites et mieux adaptées aux diverses formes de cultures pratiquées en Afrique (riz flottant, riz de bas-fonds, riz pluvial).

Alors que jusqu'à cette date, les travaux n'avaient porté que sur l'espèce d'origine asiatique (*Oryza sativa* L.) introduite et très largement cultivée sur le continent africain, le centre d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire lança en 1974 un programme de recherches en collaboration avec l'Irat sur les riz africains.

Ce programme comportait en particulier un volet important sur l'espèce africaine de riz cultivé (*Oriza glaberrima* Steud.) pour envisager les possibilités d'exploiter ses qualités agronomiques. Des prospections financées par l'IBPGR dans le cadre de la préservation des **ressources génétiques végétales** ont été alors menées dans plus de quinze pays d'Afrique de 1974 à 1983. Elles ont permis de constituer une collection importante de variétés traditionnelles des deux espèces de riz cultivé et des populations des espèces sauvages rencontrées en Afrique. Quatre mille échantillons recueillis ont été envoyés à l'Irri aux Philippines et à l'IITA au Nigeria pour leur préservation à long terme. Cette collection a également été maintenue au centre de Bondy et



Traitement phyto-sanitaire. Indonésie.

est actuellement conservée au centre de Montpellier sous forme de graines en chambre froide ou au congélateur. Les échantillons ont servi de base pour évaluer la diversité génétique des espèces à travers l'étude du polymorphisme révélé par électrophorèse d'isozymes. Des hybridations intra- et interspécifiques ont également permis d'évaluer les barrières reproductives et les possibilités d'introggression entre les espèces. Ces travaux ont permis d'établir l'origine hybride du riz cultivé d'origine asiatique à partir de la recombinaison entre des lignées divergentes de riz sauvage et ont confirmé l'indépendance de la domestication du riz cultivé africain. L'ensemble de ces résultats permet aujourd'hui d'envisager leur utilisation pour mettre au point de nouvelles

techniques de conservation des ressources génétiques végétales et d'amélioration des variétés.

Limitées à l'origine au continent africain, les recherches de l'Orstom sur le riz se sont par la suite diversifiées sur le plan thématique et géographique. Cette évolution s'est développée dans le cadre de collaborations avec d'autres organismes de recherche agronomique (Inra, Cirad) travaillant sur le riz et d'interventions sur le continent asiatique en association avec des instituts internationaux (Irri aux Philippines). Le développement de marqueurs moléculaires a permis de réaliser en association avec l'université de Cornell aux Etats-Unis la première carte de liaison génétique complète du riz et d'évaluer la diversité d'une collection sur un grand nombre de marqueurs cartographiés. Les recherches menées conjointement avec

l'Irri ont porté sur l'évaluation des contraintes phytosanitaires (**nématodes**) pesant sur le riz et sur leur contrôle dans différents écosystèmes du Sud-Est asiatique. Le riz a également servi de plante modèle pour analyser de façon globale ces contraintes et en mesurer l'impact sur les pertes de rendements à partir de bases de données et d'approches modélisatrices. Par ailleurs, des études sur les **symbioses fixatrices d'azote** atmosphérique en vue de la production de biomasse comme engrais naturel ont été largement développées. Ces recherches en matière de microbiologie s'orientent actuellement vers la caractérisation de la microflore en relation avec la production et la dégradation du méthane dans les rizières. Enfin, sur le plan agronomique,

l'expérience de l'Orstom sur les systèmes de culture a été mise à contribution pour étudier les systèmes de culture traditionnelle du riz en Indonésie dans le cadre de projets de transmission à Bornéo.

## Rongeurs et oiseaux nuisibles

Si les pullulations d'oiseaux et de rongeurs surviennent sous toutes les latitudes, elles ont des conséquences particulièrement catastrophiques pour le développement agricole des pays de la zone tropicale. A la demande de différents Etats ouest-africains, le Sénégal et la Côte d'Ivoire notamment, l'Orstom entreprit à la fin des années 1950 des recherches sur certaines espèces responsables des ravages dans les champs et plantations de ces pays.

Photo Alain Poullet



Rongeurs de rizière. Philippines.

Si ces études ont dans certains cas conduit, après identification des espèces de rongeurs nuisibles, à l'élaboration de méthodes de lutte adaptées – telles des protections mécaniques ou l'utilisation de rodenticides dans les plantations de palmiers en Côte d'Ivoire –, elles ont en général permis

d'enrichir les connaissances de la faune dans ces régions.

Les programmes en ornithologie ont été conduits pour l'essentiel à partir de la station de Richard-Toll au Sénégal. Les travaux initiaux d'inventaire général des oiseaux sénégalais se sont enrichis, dès 1965 et aux cours des décennies suivantes, d'études écologiques (migrations, régime alimentaire, influence du milieu sur les pontes, facteurs de pullulation, etc.) sur des oiseaux granivores tels que les Colombidés, le *Quelea-quelea* ou encore le « moineau doré ». Une attention particulière a été également accordée aux canards du Sénégal et du delta intérieur du fleuve Niger au Mali, très nuisibles aux rizières. Les données ornithologiques recueillies depuis plus de trente ans par l'Orstom ont offert des informations sur les différentes espèces présentes en Afrique de l'Ouest et ont permis la constitution d'une précieuse collection d'oiseaux naturalisés, aujourd'hui conservée à la station de Mbour au Sénégal.

Les chercheurs du laboratoire des mammifères du centre d'Adiopodoumé se penchèrent dès 1962 sur les populations de rongeurs de Côte d'Ivoire qui provoquaient des ravages dans les plantations de palmiers à huile et de cacaoyers. Achievées en 1979, ces recherches ont amené à un inventaire des espèces, à l'étude de leur écologie et de la dynamique des populations, et à la mise au point de méthodes de lutte adaptées contre les espèces nuisibles aux palmeraies.

Au début des années 1970, des mammalogistes du centre de Dakar lancèrent pour leur part un important programme sur les rongeurs du Sahel où l'extension des cultures irriguées et les aménagements hydro-agricoles avaient favorisé leur recrudescence.

Deux décennies d'observation sur le terrain, au Sénégal tout d'abord, puis au Burkina Faso dès 1980 et au Mali douze ans plus tard, ont permis d'acquérir une connaissance des principales caractéristiques biologiques et écologiques de ces mammifères : reproduction, alimentation, prédation, cycles d'abondance des populations. En outre, après avoir identifié les espèces responsables des dégâts, les chercheurs se sont attachés à analyser leurs réactions à des traitements toxicologiques de façon à élaborer et transférer sur le terrain des méthodes de lutte chimique efficaces et peu dangereuses pour l'environnement. Dans ce cadre, des actions de formation ont été entreprises au Burkina Faso, au Niger et au Mali en collaboration avec des organisations régionales et le Cilss.

## Sécheresse

Si de nombreuses régions tropicales, tel le Nordeste brésilien, sont soumises à des fluctuations climatiques brutales aux conséquences dramatiques, le Sahel constitue l'un des cas les plus extrêmes par la sécheresse prolongée qui depuis plus de vingt ans a profondément perturbé l'équilibre de cette région.

Pour décrire et évaluer l'importance et l'impact de ce phénomène exceptionnel, les hydrologues de l'Orstom ont, en 1976, dressé un bilan des conditions climatiques ayant régné au Sahel depuis le début du siècle. Les données recueillies sur les rares stations hydrométriques sahéliennes et sur le **réseau hydrologique** et les **bassins versants représentatifs** mis en place dès 1950 ont fait apparaître deux périodes humides (1921-1936 et 1951-

1969) et trois périodes sèches. Au cours des deux dernières décennies, les plus arides, le suivi régulier de la sécheresse a permis de constater que les apports en eau des grands fleuves tropicaux au Sahel ont diminué de 45 %. Certains de ces fleuves se sont même taris, comme le Niger à Niamey en juin 1985 – ce phénomène inconnu jusqu'alors avait été prévu par les hydrologues près de six mois à l'avance – ou la cuvette Nord du lac Tchad qui s'assèche régulièrement depuis 1975. Un effet de « mémoire » a été mis en évidence : malgré un retour à des conditions pluviométriques meilleures, l'écoulement des fleuves reste déficitaire, la contribution des nappes souterraines demeurant modérée du fait de la lente reconstitution des réserves en eau. Les résultats de ces études ont été intégrés au programme de recherche interdisciplinaire (Mare d'Oursi)



Photo Michel Hoepffner

Mesure de flux sur mil. Expérience Hapex-Sahel. Niger.

sur le fonctionnement des écosystèmes sahéliens mis en œuvre dans le cadre du plan de lutte contre la désertification lancé par la communauté scientifique internationale en 1976.

Ces études sur le cycle de l'eau au Sahel ont connu un nouvel élan en 1986 avec le lancement du projet Hapex-Sahel. Actuellement en cours, celui-ci a pour objectif d'analyser les différents processus qui interviennent dans les transferts de l'eau entre le sol, le couvert végétal et l'atmosphère en climat tropical sec, de façon à établir des modèles de prévision des fluctuations climatiques dans les **zones arides**. La mise en place d'un dispositif d'observation au sol dans la zone d'étude, le « degré carré » de Niamey au Niger (12 000 km<sup>2</sup> couvrant un degré en latitude et un degré en longitude au cœur du Sahel), a été suivie en 1992 par une période d'observation intensive, du 15 août au 30 septembre (milieu et fin de la saison des pluies).

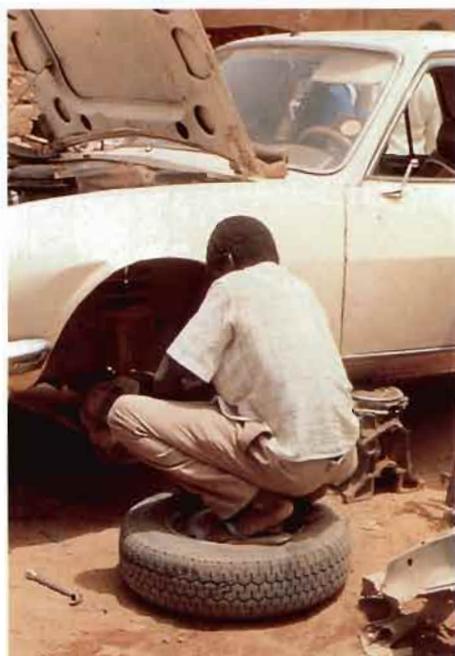
A cette occasion, près de deux cents chercheurs nigériens, européens et américains ont réuni de nombreuses données recueillies par télédétection satellitaire (cf. **veille climatique**) et aéroportée ainsi que sur des stations au sol (mesures de l'intensité des pluies, du débit des écoulements, de l'humidité des sols, du développement de la végétation, des flux d'eau et de gaz carbonique).

Depuis lors, les mares et petits bassins versants, la végétation et les sols situés dans le périmètre d'étude font l'objet d'un suivi scientifique à long terme. L'ensemble de ces observations alimente une base de données (HSIS, *Hapex-Sahel information system*) accessibles sur CD-Rom, qui permettra, une fois la phase d'observation achevée, de mettre au point et de tester des modèles de fonctionnement des écosystèmes arides.

Le concept de secteur informel est né au début des années 1970 avec le lancement du Programme mondial de l'emploi par le Bureau international du travail (BIT) et la publication en 1972 d'un rapport sur le Kenya, qui firent prendre conscience que dans les pays du tiers-monde l'exode rural et la croissance urbaine en résultant ne se traduisaient pas, comme on pouvait le penser, par un taux élevé de chômage mais par le développement de « petits » métiers (artisanat, **commerces** de rue, pêche) permettant à ces nouveaux citadins de vivre ou de survivre.

Dès le milieu des années 1970, les économistes de l'Orstom lançèrent une série d'enquêtes en Tunisie, puis en Côte d'Ivoire et en Polynésie sur ce secteur d'activité qui n'avait jamais fait l'objet d'études statistiques et rarement d'analyses sociologiques ou anthropologiques. En Tunisie, l'étude lancée en 1976 en collaboration avec l'Institut national de statistique de Tunis s'est d'abord fondée sur des interviews d'artisans exerçant des métiers divers (menuisiers-ébénistes, mécaniciens-garagistes, tailleurs, forgerons, etc.) puis sur des enquêtes statistiques. Une analyse comparative avec d'autres sources de données sur la population tunisienne révéla alors en 1981 que le secteur informel occupait dans ce pays 25 % de la population active et représentait près de 40 % des emplois non agricoles.

Suite à ces travaux et alors que les emplois industriels stagnent ou régressent avec la crise, il apparaît que le secteur informel, longtemps considéré comme un pis-aller qu'il fallait



Apprenti garagiste à Niamey, Niger.

résorber, constitue en réalité un secteur à part entière, dynamique et générateur d'emplois, qu'il convient de prendre en compte voire d'encourager dans les **stratégies de développement** ou les politiques d'ajustement structurel imposées aux Etats. Les travaux des économistes de l'Orstom ont joué un rôle important dans l'adoption en 1993 par la Conférence internationale des statisticiens du travail du terme secteur informel en tant que nouveau concept de population. Il est désormais admis qu'en Afrique subsaharienne le secteur informel peut représenter 40 à 70 % des emplois non agricoles et de 20 à 30 % du PIB. Les recherches menées depuis la fin des années 1980 en Afrique (Zaire, Niger, Sénégal, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Togo), en Amérique latine (Equateur et Mexique) et en Thaïlande par les économistes de l'Institut visent aujourd'hui à utiliser l'ensemble des sources statistiques disponibles, associées à des enquêtes anthropologiques, pour appréhender le rôle effec-

tif (en terme de population active et de participation au PIB, notamment) et les principaux mécanismes de fonctionnement du secteur informel dans les structures économiques et sociales de ces pays.

## Sécurité alimentaire

La situation alimentaire du tiers-monde ne cesse de se dégrader du fait d'une diminution notable de la production vivrière, d'une distribution inégale des produits de l'agriculture et d'une croissance corrélative des importations : aujourd'hui, dans les régions en développement, les deux-tiers du commerce alimentaire sont contrôlés par les pays industrialisés. Cet état de fait a conduit les chercheurs en sciences sociales de l'Orstom à mettre en place en 1980 une unité de recherche sur les conditions de la maîtrise d'une autosuffisance alimentaire dans les pays en développement. Ce thème a ouvert un champ nouveau qui, tout en reposant sur les acquis d'études antérieures (la **nutrition** et la **malnutrition**, le **commerce** des produits vivriers, par exemple), a permis d'élargir les recherches sur les besoins nutritionnels et les pratiques alimentaires des populations ainsi que sur les problèmes de production, de transformation et de distribution des récoltes de l'agriculture vivrière. Ce vaste programme d'étude qui a mobilisé et continue de mobiliser tant en Afrique qu'en Amérique latine des chercheurs de différentes disciplines (économistes, géographes, anthropologues, sociologues, nutritionnistes, démographes, agronomes, etc.) s'est développé selon différents axes de recherche, tels les régimes alimentaires

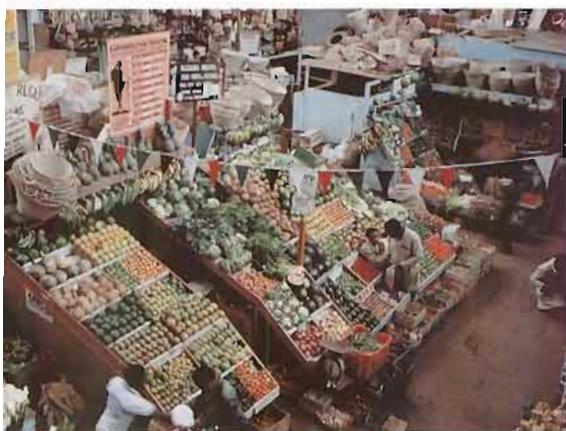


Photo Christophe Brun

Grand marché de Lomé. Togo.

des populations rurales ou urbaines, les circuits de commercialisation des produits vivriers, les politiques alimentaires nationales, le rôle des femmes dans les économies vivrières, l'amélioration des facteurs (motorisation, irrigation, par exemple) de la production agricole, etc.

Au Cameroun, ces études ont contribué en 1989 à la mise en place, en étroite collaboration avec des instituts scientifiques nationaux, d'un observatoire du changement social et de l'innovation (Ocisca, cf. **enquêtes démographiques et socio-économiques**). Tout à la fois centre de recherche, réseau d'information et institut de formation, cet observatoire socio-économique consacre une partie de ses travaux aux stratégies mises en œuvre par l'Etat et les acteurs du développement pour assurer les conditions d'une indépendance alimentaire au Cameroun dans le contexte de la crise qui touche actuellement l'Afrique sub-saharienne.

## Sida

Le sida est l'un des problèmes majeurs de santé publique auquel l'Afrique est aujourd'hui confrontée. Selon l'OMS,

neuf millions de personnes environ ont été infectées sur ce continent par le virus VIH (virus de l'immunodéficience humaine) et un à deux millions ont été atteints du sida. En l'an 2000, cette maladie constituera la première cause de mortalité chez les adultes dans les centres urbains d'Afrique.

Dès 1987, face à l'ampleur des problèmes humains et économiques provoqués par la maladie dans cette partie du monde, l'Orstom a lancé un programme de recherches pluridisciplinaires structuré autour de quelques questions fondamentales : quels sont les virus responsables du sida en Afrique ? Pourquoi la transmission y est-elle si « efficace » ? Quels moyens de lutte peut-on y développer ? Quelles sont les conséquences de la maladie sur le plan sanitaire et social ?

Les chercheurs ont entrepris dès 1988 au Sénégal, en collaboration avec l'Institut Pasteur de Dakar, une analyse des caractéristiques des deux virus responsables de la maladie sur ce continent, le VIH1, répandu sur toute la planète, et le VIH2, essentiellement présent en Afrique de l'Ouest. Ce dernier présente aux yeux d'une partie du corps scientifique un intérêt majeur car, moins pathogène que le VIH1, il pourrait posséder une « activité protectrice » susceptible d'être utilisée dans la mise au point d'un vaccin. Des études menées parallèlement sur les rétrovirus simiens ont conduit à isoler des souches de SIV (virus de l'immunodéficience du singe) proche du VIH2 qui ne provoque aucun syndrome de sida chez les primates originaires d'Afrique. Ces recherches sont menées en liaison avec les travaux d'une équipe de primatologues de Dakar sur le mode de transmission du SIV entre singes qui visent à déterminer les modifications de pathogénicité des virus et les mu-



Prévention du sida. Côte d'Ivoire.

tations génétiques correspondantes lorsque ceux-ci passent d'un individu à l'autre ou d'une espèce à une autre. La connaissance de la biologie des différents virus hébergés par les primates pourrait ouvrir la voie à une meilleure compréhension de la pathogénicité du VIH chez l'homme. En effet, comme l'a souligné l'un des spécialistes français du sida, si les chercheurs arrivaient à déterminer pourquoi les singes verts résistent, ils pourraient trouver de meilleures solutions pour protéger les hommes infectés par le VIH.

Les chercheurs ont également cherché à déterminer le rôle joué par d'autres maladies infectieuses dans la virulence et la rapidité de l'épidémie du sida en Afrique. En effet, si cette corrélation était établie, le traitement de ces infections pourrait offrir un moyen de lutte préventive contre le sida. A la suite d'études épidémiologiques et de prélèvements effectués au Sénégal et en Côte d'Ivoire, les mécanismes de

co-infection ont été analysés par le laboratoire de virologie et d'immunologie de Montpellier créé dans ce cadre. Les travaux menés ont concouru à mettre en évidence qu'un individu atteint d'une maladie sexuellement transmissible est plus sensible au VIH et développe plus rapidement la maladie. De même, il est apparu qu'un séropositif atteint d'une MST est plus contagieux. Des constats similaires ont été faits pour ce qui concerne les co-infections du VIH/tuberculose et leishmanies. Les chercheurs du laboratoire de Montpellier se sont également attachés à améliorer le diagnostic de la maladie et ont mis au point une méthode de dépistage simple et précoce de l'infection chez l'enfant.

Par ailleurs, une équipe s'est constituée en 1986 au Congo afin d'étudier la transmission du VIH1 d'une mère à son enfant, problème majeur en Afrique sub-saharienne. Celle-ci a aujourd'hui réalisé et publié de nombreuses

études sur ce sujet, sur l'histoire naturelle de la maladie chez l'enfant et sur les vaccinations d'enfants porteurs du VIH, et prévoit de poursuivre des recherches sur les déterminants immunologiques de la transmission mère-enfant.

Enfin, l'Orstom participe aujourd'hui à des essais de prévention contre ce type de transmission qui commencent à se développer au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire.

Parallèlement, des sociologues et des anthropologues se sont intéressés aux capacités et aux modalités de prise en charge des séropositifs et des sidéens par des centres médicaux et par leur famille en Côte d'Ivoire. Dans ce cadre, ils ont accordé un intérêt particu-

lier à la manière dont les malades et leurs proches interprètent la séropositivité et le sida et perçoivent les risques de contamination. Au Congo et en Côte d'Ivoire, dans le sillage d'études antérieures sur le rôle des médecines traditionnelles et des églises syncrétiques face aux maladies (cf. **systèmes de santé**), des recherches sont menées sur l'appropriation du fléau par les guérisseurs et sur le pouvoir qu'ils s'attribuent pour concurrencer la biomédecine là où elle se reconnaît impuissante.

Enfin, une recherche a été récemment entreprise sur le sida et les **migrations** dans le cadre d'une étude sur des migrants burkinabés qui, touchés par le sida en Côte d'Ivoire, sont retournés dans leur pays.

## Sociétés agro-pastorales

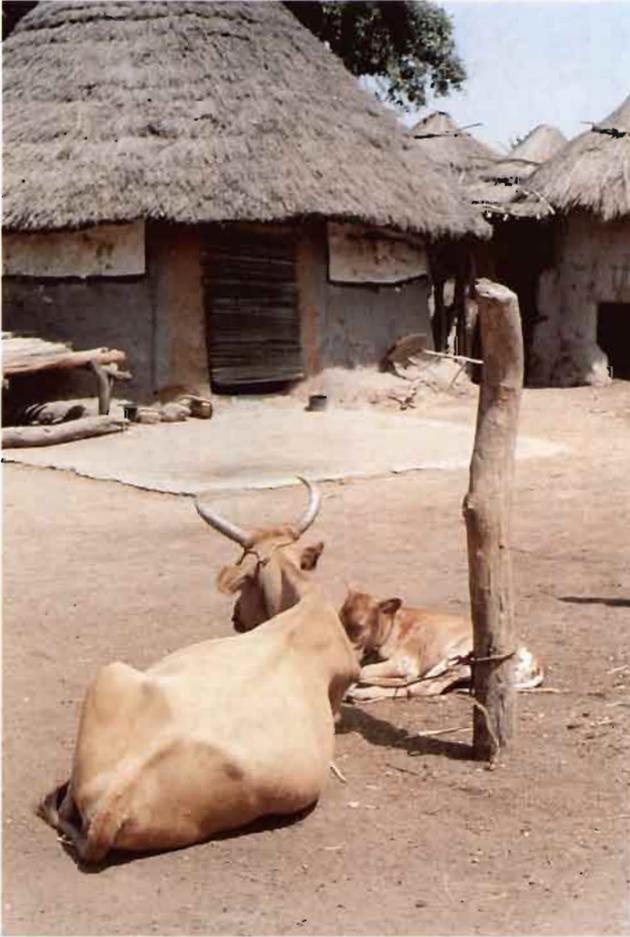
Les sociétés pastorales n'ont cessé au cours de leur histoire d'évoluer sous l'effet de contraintes climatiques, économiques ou politiques. Si, en Afrique et notamment au Sahel, les **sécheresses** ont depuis toujours constitué un facteur majeur de transformation, elles s'accompagnent aujourd'hui d'un très fort accroissement démographique et d'une saturation foncière que renforce l'extension de terres cultivées aux dépens des parcours pastoraux. Très tôt, les sociétés d'éleveurs sahéliens ont fait l'objet d'études au sein de l'Institut. Dès 1945, des recherches géographiques étaient ainsi entreprises sur l'élevage et la transhumance au Sénégal et en Mauritanie, puis au Soudan, au Tchad et au Cameroun. Ces enquêtes ont abouti à la publication en 1951 d'une série de cartes inventariant les composantes démographiques et ethniques des sociétés pasto-

rales sénégalaises et mauritaniennes, les itinéraires et les déplacements saisonniers des éleveurs, la densité et la composition de leur cheptel. De nombreuses informations furent par ailleurs recueillies sur l'emplacement des puits, l'utilisation des pâturages, les techniques d'élevage et le **commerce** du bétail.

En 1969, de nouveaux programmes de recherche furent entrepris sur l'évolution de la vie pastorale sahélienne au Niger et en Haute-Volta, qui s'étendirent trois ans plus tard au Sénégal et à la Mauritanie. L'objectif poursuivi au travers de ces différentes études était de mesurer les transformations de l'élevage consécutives à des innovations techniques (introduction du ranching notamment), à la naissance d'un marché de la viande, à la sédentarisation des pasteurs et surtout à la

terrible sécheresse qui, à la fin des années 1960, avait frappé le Sahel. De 1969 à 1977, une importante enquête a ainsi été conduite sur les éleveurs touaregs du Niger, leurs systèmes pastoraux, leurs aires de déplacement, les régions de fixation pour ceux devenus sédentaires et leurs stratégies face à la désertification.

Photo Edmond Bernus



Village des hautes vallées du Niger.

Parallèlement à ces recherches en région sahélienne, des études ont été entreprises dès 1973 sur les éleveurs des hauts plateaux du Cameroun (Bamenda, Adamaoua).

Elles amenèrent à préciser la progression de l'aire pastorale vers les savanes humides, en bordure de forêt –

un phénomène commun à toute l'Afrique centrale – et d'analyser les rapports souvent conflictuels entre pasteurs et cultivateurs.

En 1982, un programme pluridisciplinaire associant des hydrologues, des pédologues, des botanistes, des agronomes, des anthropologues et des géographes a été mis en place au Burkina Faso en vue de poursuivre et d'actualiser les recherches précédemment entreprises sur la dynamique des systèmes agro-pastoraux en région soudano-sahélienne.

Achevées aujourd'hui sur le terrain, ces études tendent à révéler une sédentarisation des nomades, souvent encouragée par des opérations de développement agricole mises en œuvre par l'Etat ou des ONG.

De même, il apparaît que l'agriculture et dans une moindre mesure l'élevage se marginalisent, car les pasteurs diversifient leurs activités (commerce, maraîchage, artisanat, embouche, orpaillage, etc.) pour accroître leurs revenus. En outre, sous l'effet des migrations et de la paupérisation, les communautés familiales se désagrègent et les rapports de production s'individualisent.

Ce constat conduit aujourd'hui les chercheurs à recommander aux organismes d'intervention de promouvoir des organisations paysannes plus fortes, de créer un encadrement économique sécurisant et de subventionner des programmes d'aménagement et de fertilisation des terres.

## Socio-économie des pêches

Si dès le début des années 1950, les chercheurs de l'Orstom ont développé des programmes de recherche sur les **ressources** des océans tropicaux en vue d'en favoriser une exploitation rationnelle, les études socio-économiques sur l'activité de la pêche dans cette région du monde sont longtemps demeurées assez rares, hormis quelques monographies sur des communautés de pêcheurs en Afrique de l'Ouest et une analyse des circuits de commercialisation du poisson au Tchad menée de 1963 à 1965 en collaboration avec le CTFT. Le milieu des années 1970 a cependant marqué le développement de recherches à caractère anthropo-économique sur la pêche tant en mer que sur les lacs et rivières des pays tropicaux. Dans le cadre de ces programmes pour lesquels l'Orstom a fait figure d'initiateur dans cette région du monde, une attention particulière a été portée aux pêcheries artisanales, notamment en Côte d'Ivoire (pêche en lagune), en Casamance, sur les côtes du Sénégal, du Congo et du Venezuela.

En 1986, en collaboration avec l'Institut malien d'études rurales, un programme de recherche a été lancé sur la pêche artisanale dans le delta central du Niger, vaste plaine inondée chaque année par les crues du fleuve et alors riche en poissons. A la suite d'enquêtes menées pendant deux ans auprès des pêcheurs de l'ensemble du delta, les chercheurs ont entrepris une analyse des différents mécanismes économiques (prêts bancaires aux pêcheurs, marché de la pêche, relations pêche/agriculture), sociaux (migration, insertion urbaine, mobilité des

pêcheurs) et politiques (réglementation nationale) régissant le fonctionnement de cette activité. Les premiers résultats acquis ont amené à remettre en cause bien des idées reçues sur la pratique de la pêche dans le delta central du Niger.

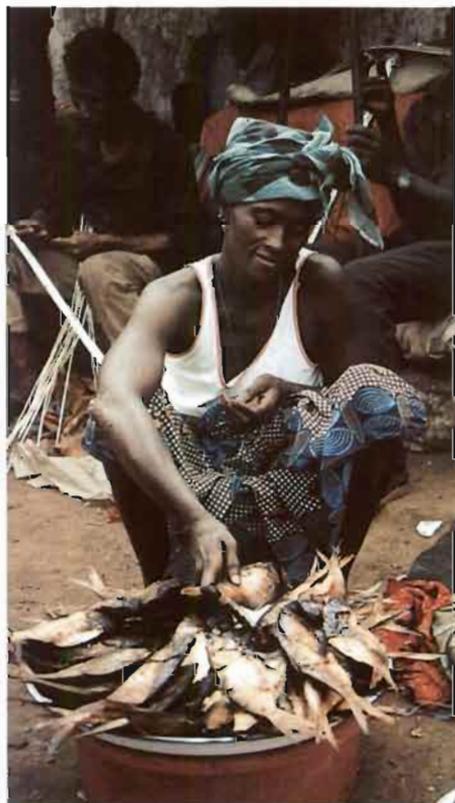


Photo François Domain

Marché aux poissons de Conakry. Guinée.

Il est ainsi apparu que la récession connue dans ce secteur depuis quelques années ne résultait pas seulement des conséquences de la **sécheresse** sur l'abondance des poissons mais également des problèmes socio-économiques engendrés, entre autres, par une réglementation nationale inadaptée. Alors que cette enquête est aujourd'hui en voie d'achèvement, d'autres recherches sur la socio-économie des pêches se poursuivent aujourd'hui activement en Guinée, au Vanuatu, en Thaïlande et à Java.

## Socio-économie du développement

Au début des années 1960, les premières recherches entreprises en économie par l'Orstom ont d'emblée lié la problématique du développement économique (l'avenir d'une palmeraie, l'évolution économique d'une zone de plantation ou le diagnostic d'une vallée économiquement stratégique, par exemple) à son environnement socioculturel, c'est-à-dire aux cadres sociaux (famille, structure de l'habitat, système foncier, rôle des agents économiques) qui explicitent l'organisation de la production et de la répartition des biens, le statut et la place relatifs du vivrier et des cultures de rente, les formes et les fonctions de l'accumulation des richesses, et le poids des obligations sociales dans les dépenses des unités domestiques.

Cette orientation socio-économique ou encore anthropo-économique, présente non seulement dans les recherches menées dans les années 1960 en Côte d'Ivoire, au Sénégal, au Cameroun, à Madagascar, aux Comores, en Océanie (Mélanésie et Polynésie), mais encore au cours de la décennie suivante en Haute-Volta, en Equateur et au Brésil, puis dans les années 1980 au Togo, au Mexique ou ailleurs, a résulté du constat que « l'économie est plus ou moins encadrée, enchâssée dans la structure sociale » et que, dans les pays en développement, ce poids était encore important.

En outre, l'introduction dans l'anthropologie économique de concepts marxistes, tels que ceux de mode de production ou de formation sociale, a conduit certains sociologues, géographes et économistes de l'Institut à

aborder les phénomènes de domination et d'exploitation dans les sociétés et les économies du tiers-monde.

Si l'anthropologie économique a longtemps servi de théorie aux recherches en sciences sociales à l'Orstom, elle a été à partir des années 1970 et surtout 1980 remplacée par des recherches plus opératoires (critique d'**opérations de développement** par exemple) qui permettaient une approche plus précise des problèmes du développement. Les débats conduits au sein d'Amira, groupe de réflexion créé en 1975 (cf. **enquêtes démographiques et socio-économiques**), ont d'ailleurs bien montré les enjeux et les limites de la recherche anthropo-économique.

Ainsi les analyses micro-économiques (communautés rurales, petites régions) offrent bien une explication des phénomènes en profondeur mais n'autorisent pas facilement une généralisation des résultats à un espace plus large (région, Etat). *A contrario* elles apportent un enrichissement nécessaire aux indicateurs statistiques. Si les débats restent aujourd'hui ouverts, l'anthropologie économique a montré la nécessité de prendre en compte le micro et le macro, le quantitatif et le qualitatif pour comprendre l'évolution de l'économie et de la société (cf. **dynamiques sociales**) dans les pays en développement.

## Stratégies de développement

Les stratégies de développement économique mises en œuvre dans les pays du tiers-monde ont constitué et continuent de constituer l'un des thèmes majeurs des programmes de recherche en sciences sociales de l'Ins-

titut. Entreprises dès le début des années 1960 en Afrique de l'Ouest et à Madagascar, et par la suite en Amérique latine, ces études ont souvent été demandées par les Etats en amont

mesurer la marge de manœuvre dont disposait la puissance publique face aux contraintes tant intérieures qu'extérieures.

En Côte d'Ivoire, une équipe pluridisciplinaire de géographes, de démographes et d'économistes a entrepris en 1962, à la demande du gouvernement ivoirien, une vaste enquête à base statistique dans la région de Bouaké (évolution démographique, **migrations**, production agricole, niveaux de vie, échanges commerciaux, transports, etc.). Dès 1967, celle-ci allait être le point de départ d'une réflexion sur les problèmes fondamentaux

que posaient la conception et l'application d'un plan de développement régional.

Cette analyse de la planification économique ivoirienne s'est développée au cours de la décennie suivante avec le suivi des opérations engagées tant à Bouaké que dans d'autres zones promises à un développement, tels le Sud-Ouest avec la création du port et de la ville de San Pedro, le pôle industriel d'Abidjan (cf. **industries et industrialisation**) ou le nord du pays qui devait accueillir un complexe agro-industriel.

Au début des années 1970, les acquis de ces premières études entreprises en Afrique ont été enrichies par des programmes de recherches lancés en Amérique latine (au Pérou, au Brésil, au Venezuela, et en Equateur en particulier) qui devint dès lors un champ d'étude privilégié. En 1974, une équipe pluridisciplinaire réunissant une vingtaine de chercheurs (hydrologues,

Photo Philippe Hamelin



Travaux d'aménagement de la Transamazonienne.

ou en aval de la mise en œuvre de leurs politiques économiques, soit pour bénéficier des informations nécessaires à l'élaboration de leurs projets de développement, soit pour en mesurer les effets ou évaluer les obstacles à leur exécution.

Dès 1960, des chercheurs, souvent intégrés au sein d'administrations ou de structures nationales de recherche, ont participé à la conception et à la mise en œuvre de programmes de planification initiés par les Etats de divers pays ouest-africains, notamment au Cameroun, au Sénégal et en Côte d'Ivoire, qui cherchaient à prolonger sur le plan économique l'indépendance qu'ils venaient de conquérir politiquement. Au Cameroun par exemple, la participation à l'élaboration et le suivi de trois plans quinquennaux (1961-1976) ont conduit des économistes à vérifier l'adéquation entre les techniques employées et le but visé par les planificateurs et à

pédologues, géographes, socio-économistes), intégrée au sein du ministère de l'Agriculture équatorien, a été ainsi chargée d'établir les bases scientifiques d'un programme de planification de l'agriculture et de définir une stratégie fondée sur la mise en valeur du potentiel propre à chaque région de l'Équateur. L'une des tâches majeures auxquelles se sont consacrés pendant près de douze ans les chercheurs a été de réaliser des analyses régionales permettant de mettre en évidence, pour chacune des régions étudiées, les facteurs (biophysiques, agronomiques, économiques, sociaux, etc.) limitant son développement et d'orienter les investissements et les moyens techniques nécessaires à la réalisation des programmes d'aménagement.

Au cours des années 1980, des recherches ont été menées en Afrique sub-saharienne et au Maghreb sur les comportements des acteurs du développement, en particulier ceux qui résultent des contacts entre « développeurs » et « développés » dans le cadre

### d'opérations de développement agricole

Pendant cette décennie, les études sur les stratégies économiques mises en œuvre dans les pays du tiers-monde ont également mis l'accent sur les politiques d'ajustement structurel imposées à de nombreux Etats par le FMI ou la Banque mondiale et sur les effets sociaux induits par ces nouvelles stratégies. Ce thème a suscité la création en 1990 du groupe « Développement des investigations sur l'ajustement à long terme » (Dial) qui associe Eurostat, le ministère de la Coopération, le CESD-Paris, l'Insee et l'Orstom, et s'attache actuellement à évaluer les politiques économiques des pays soumis à une contrainte financière forte. Ses travaux se développent autour de quatre thèmes essentiels : la dynamique des secteurs productifs en Afrique, l'ajustement des finances publiques (notamment avec l'étude des modalités et des conséquences à moyen terme de la réduction des dépenses publiques), enfin la mise au point d'instruments de simulation macro-économique.

## Substances naturelles d'intérêt thérapeutique

Si près de 70 % des produits pharmaceutiques sont issus de substances naturelles, les différents végétaux et animaux pouvant receler des molécules chimiques actives sont loin d'avoir tous été étudiés, notamment dans les régions tropicales qui abritent les deux tiers de la flore mondiale. La recherche de substances végétales aux propriétés thérapeutiques a constitué la première mission d'étude entreprise par l'Institut dans les territoires d'outre-mer. Dès 1945, des botanistes inventorièrent de façon systématique

les plantes utilisées par les guérisseurs indigènes en Côte d'Ivoire et en Haute-Volta. Cinq ans plus tard, cet inventaire réunit près de sept cents végétaux identifiés et décrits dans un ouvrage de synthèse (*Plantes médicinales et toxiques de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta*) qui fit date dans l'histoire des études des ethnopharmacopées africaines.

Ces recherches sur les plantes médicinales se sont étendues dès 1966 au Congo et à Madagascar, huit ans plus



Le corossol : fruit alimentaire et médicinal.

tard en Guyane et en Nouvelle-Calédonie, enfin aux Nouvelles-Hébrides (Vanuatu) en 1979. Aux inventaires des végétaux utilisés par les médecines traditionnelles sont venus s'adjoindre des travaux menés en laboratoire où les chercheurs ont procédé à des analyses chimiques préliminaires destinées à repérer les propriétés pharmacodynamiques (alcaloïdes, flavonoïdes, etc.) des échantillons recueillis, à l'extraction, à l'isolement et à l'étude structurale des molécules actives.

Cette dernière activité a été le plus souvent menée en étroite collaboration avec des instituts spécialisés dans ce domaine et équipés d'un matériel adéquat.

A l'origine exclusivement consacrées aux substances végétales, ces recherches se sont ouvertes, au milieu des années 1970, aux molécules que peuvent receler la flore ou la faune des milieux océaniques. En 1976, le centre de Nouméa en association avec le

CNRS, l'Anvar et Rhône-Poulenc lança ainsi un programme sur les substances présentes chez les organismes (éponges, vers, mollusques...) vivant sur les coraux du lagon de Nouvelle-Calédonie. Dès 1979, une équipe pluridisciplinaire a été constituée et chargée des prospections zoologiques réalisées essentiellement en plongée, de l'identification des organismes recueillis, de l'extraction et de l'étude pharmacologique des substances actives. Au début des années 1980, les chercheurs ont associé à ces analyses chimiques des tests biologiques *in vitro* ou *in vivo* de façon à pouvoir mettre en évidence les propriétés antiparasitaires, antitumorales ou autres des substances étudiées. Le laboratoire de Nouméa a ainsi réussi à isoler une molécule aux propriétés anticancéreuses, la girolline, extraite d'une éponge du lagon. Celle-ci est maintenant au stade des essais cliniques.

Depuis 1985, les recherches de substances thérapeutiques d'origine végétale se sont orientées, en Guyane et en Bolivie notamment, sur les propriétés antiparasitaires de certaines plantes au regard de l'importance des maladies provoquées par des parasites dans les pays tropicaux. A la suite des études menées en collaboration avec l'IBBA de La Paz, un groupe de composés naturels très actif *in vitro* et *in vivo* a été mis en évidence sur les leishmanioses du Nouveau Monde. Des plantes utilisées comme fébrifuges sont aussi testées en laboratoire afin de mesurer leurs effets sur les parasites du paludisme.

Les chercheurs ont recours aux biotechnologies pour accroître les propriétés thérapeutiques de certaines espèces végétales. Ces techniques de pointe peuvent en effet permettre de reproduire à l'identique (clonage), de

créer par hybridation des plantes médicinales performantes ou de concevoir des traitements stimulant la production de substances actives. Les expériences menées depuis 1989 au centre de Montpellier sur le *Catharanthus roseus* ont ainsi conduit, entre autres, à créer un hybride très vigoureux et produisant de grandes quantités de vindoline et de catharanthine, alcaloïdes actifs utilisés contre certains cancers.

L'une des entraves à l'exploitation de ces substances naturelles est la difficulté de se procurer la matière première. Des études récentes ont montré que des micro-organismes symbiotiques peuvent être souvent impliqués dans la production de molécules actives d'origine marine et ont laissé entrevoir la possibilité de cultiver ces micro-organismes pour produire ces composés. L'utilisation d'une telle technique pourrait se substituer à un approvisionnement des matières premières et permettrait de préserver les peuplements naturels.

## Symbioses fixatrices d'azote

De nombreux sols tropicaux sont pauvres en azote, notamment ceux du Sahel érodés par la **sécheresse** ou une agriculture intensive, et ne permettent guère de hauts rendements agricoles à moins que l'on ait recours à une utilisation massive d'engrais. Cependant, la quantité élevée d'engrais chimiques nécessaire constitue un facteur de pollution important et le coût de ces produits – généralement importés des pays développés – est

souvent incompatible avec les ressources des agriculteurs de pays en développement. Face à ces problèmes, le laboratoire de microbiologie des sols de Dakar a lancé en 1977, en collaboration avec l'Isra, un programme de recherches sur des végétaux qui ont la propriété de fixer l'azote de l'air, par symbiose avec des bactéries, et de le restituer aux sols des champs où ils ont été plantés ou enfouis.



*Sesbania Rostrata* avec nodules fixateurs d'azote. (Orstom/Isra).

Les premières études ont porté sur *Sesbania rostrata*, une légumineuse traditionnellement utilisée comme engrais vert dans les rizières d'Extrême-Orient. En 1979, les chercheurs de Dakar ont découvert que les excroissances (nodules caulinaires) provoquées par une bactérie (*Azorhizobium*) sur les tiges de *Sesbania rostrata*, une espèce poussant au Sahel, possédaient le don exceptionnel de fixer l'azote atmosphérique, dotant cette plante de capacités de fertilisation

bien supérieures aux autres légumineuses qui emmagasinent l'azote dans leurs seules racines. Les essais effectués à grande échelle dans des rizières en Casamance dès 1980 ont révélé que l'enfouissement dans le sol de *Sesbania rostrata* permettait de doubler les rendements en grains de riz, les faisant passer de deux à quatre tonnes l'hectare, ce qui correspondrait à un apport en engrais chimique de soixante à quatre-vingts kilos.

Sur la base de ces premiers résultats, les chercheurs de l'Orstom ont orienté leurs études en collaboration avec l'Institut Pasteur sur l'*Azorhizobium*, micro-organisme à l'origine de la fixation de l'azote dans les nodules caulinaires de la plante.

En 1978, ils ont réussi à isoler et cultiver *in vitro* une souche d'*Azorhizobium*, ouvrant ainsi la voie à des recherches sur les gènes impliqués tant au niveau de la bactérie que de la plante dans le processus de la fixation symbiotique de l'azote, dans l'espoir de pouvoir un jour les transférer à d'autres légumineuses, voire directement aux espèces cultivées.

Tout n'est cependant pas encore gagné pour faire de *Sesbania rostrata* un engrais biologique largement utilisé par les agriculteurs des régions tropicales. Cette légumineuse se développe en effet très difficilement sous climat sec ; elle est extrêmement sensible aux **nématodes** qui inhibent sa croissance et nécessite pour être cultivée puis enfouie dans les sols une main d'œuvre importante. De grands espoirs sont aujourd'hui placés dans le génie génétique pour aider *Sesbania rostrata* à corriger certains de ces principaux défauts...

*Sesbania* n'a pas été la seule plante tropicale fixatrice d'azote à faire l'objet

des préoccupations des chercheurs de Dakar. Des programmes d'études ont été ainsi développés sur *Azolla*, une fougère fertilisant les rizières et sur *Casuarina* (ou filao), arbre qui offre le double avantage de fixer l'azote en symbiose avec une bactérie (*Frankia*) et de consolider les dunes mobiles ou les pentes dénudées en retenant le sol par son puissant système racinaire. Par ailleurs, les recherches récemment menées en collaboration avec l'Isra ont conduit à découvrir l'origine des vertus fertilisantes d'*Acacia albida*, arbre du Sahel qui nourrit de ses feuilles les troupeaux pendant la saison sèche : à trente-cinq mètres sous terre, ses profondes racines ont révélé leur capacité à fixer l'azote en association avec des *Rhizobium* dont on pensait jusqu'alors qu'ils ne vivaient qu'à la surface des sols.

## Systemes d'éducation

Les Etats africains mirent en place au lendemain de leur indépendance des systèmes d'éducation modernes sur lesquels ils souhaitaient fonder leur processus de développement. A la fin des années 1960 et au cours de la décennie suivante, des sociologues de l'Institut s'attachèrent à mesurer les effets de ces politiques éducatives et à analyser les causes de leur échec ou réussite. Ils lancèrent dans ce cadre une série d'enquêtes au Cameroun, au Gabon, au Congo, en Haute-Volta et en Côte d'Ivoire.

Au Cameroun, les recherches entreprises en 1970 en collaboration avec l'Unesco ont porté sur le fonctionnement du système scolaire et les caractéristiques des structures d'enseignement (enseignants, programmes et



Tableau d'honneur de l'école primaire Fallaye Traoré de Kankan, Guinée.

méthodes pédagogiques) au nord tout d'abord, puis dans l'ensemble du pays. Combinant des approches historiques, statistiques et sociologiques, ces travaux ont mis en évidence les liaisons étroites existant entre les inégalités sociales et les disparités de la scolarisation, soulignant par là même la nécessité de ne pas dissocier les politiques scolaires des stratégies de développement socio-économiques. En Côte d'Ivoire et au Gabon, et dès 1980 au Togo, l'accent fut mis sur les défaillances du système éducatif à travers l'étude des problèmes d'accès à l'emploi de jeunes ruraux non scolarisés, de façon à envisager les mesures socio-éducatives pouvant faciliter leur insertion dans la vie active.

Après avoir connu un réel essor, les systèmes d'éducation des pays du tiers-monde sont depuis quelques années en régression. Au regard de cette crise, les études sur les politiques d'éducation dans les pays en développement, restées longtemps marginales à l'Orstom, se sont développées à partir de 1982, et surtout depuis 1987, et donnèrent lieu à de nouvelles enquêtes au Mali, au Togo, au Burkina Faso, en Guinée et en Nouvelle-Calé-

donie. Reposant sur une démarche sociologique et anthropologique, historique et comparative, elles se fédèrent actuellement autour de trois thèmes majeurs : la place de l'école (perception et image de l'école, statut des enseignants, pratiques scolaires et stratégies éducatives des populations) dans les sociétés du tiers-monde, notamment en milieu rural ; la déscolarisation, les inégalités d'accès à l'enseignement et à l'emploi ;

enfin le désengagement des pouvoirs publics (en particulier dans l'enseignement primaire) au profit d'organismes internationaux ou d'initiatives privées (des instituts reconnus par l'État aux écoles « communautaires », d'obédience laïque ou religieuse).

## Systemes d'exploitation halieutique

Au début des années 1960, les chercheurs de l'Orstom se sont préoccupés d'établir une surveillance des pêches océaniques tropicales pour définir sous quelle forme et avec quelle intensité pouvait s'exercer cette activité essentielle au développement économique des régions côtières sans épuiser les **ressources** de ces océans. En 1962, des chercheurs du centre océanographique de Pointe-Noire ont ainsi mis en place un système de collecte et de traitement statistiques des données acquises après enquête sur les captures effectuées dans les eaux congolaises. Cette première expérience, qui

a marqué les débuts de la science halieutique à l'Orstom, s'est étendue quelques années plus tard à la Côte d'Ivoire et au Sénégal puis à partir de 1973, aux océans Indien et Pacifique.

Photo Hamadou Mbaïga



Barrage de pêche sur un chenal à la décrue. Delta central du Niger.

Le suivi régulier des pêches côtières ou hauturières a amené à la constitution de banques de données halieutiques notamment à Abidjan, Dakar et Pointe-Noire et, plus récemment, à Nouméa et dans l'océan Indien. Celles-ci ont contribué à un affinement des modèles mathématiques développés à partir de paramètres biologiques (vitesse de croissance, caractéristiques de la reproduction) et de production (âge, taille, abondance des captures), et destinés à mesurer l'incidence de la pêche sur l'équilibre des populations exploitées. Dans les années 1970, de tels modèles ont été utilisés pour évaluer, par exemple, la dynamique des populations de **crevettes** exploitées dans les eaux malgaches et ivoiriennes, les stocks de **thons** disponibles à la pêche dans l'Atlantique ou de maquereaux et de chinchards le long des côtes sénégalaises. La constitution de ces bases de données et l'élaboration de ces modèles de production ont également amené à préconiser une série de mesures (caractéristiques des engins de pêche,

volume souhaitable des captures, périodes de fermeture de la pêche pour certaines espèces, par exemple) favorisant une exploitation rationnelle et équilibrée des ressources.

Le début des années 1980 a marqué un renouvellement de la recherche halieutique avec l'émergence de nouvelles approches qui ont associé aux caractéristiques précédemment prises en compte différents paramètres influant sur la dynamique de la ressource (fluctuations des caractéristiques biotiques et abiotiques de l'environnement) ou sur l'activité de pêche (évolution des

techniques, contraintes sociales et économiques).

Ces études orientées vers l'analyse des interactions entre systèmes sociaux et systèmes naturels ont conduit à des programmes de recherches pluridisciplinaires. Ceux-ci ont débuté dès 1986 dans le delta central du Niger et ont donné lieu à l'élaboration de modèles utilisant les derniers développements de l'intelligence artificielle pour analyser la dynamique de populations de poissons (espèces multiples) dans différentes conditions d'exploitation ainsi que les stratégies adoptées par des pêcheurs soumis à des contraintes socio-économiques diverses. Un autre modèle réalisé à l'aide d'un système expert est développé au Sénégal depuis 1992 dans le cadre du programme Mopa (Modélisation de la pêche artisanale au Sénégal).

Ces modèles visent en dernier lieu à mieux comprendre comment fonctionnent les systèmes de pêche artisanale et à prévoir les réactions de ces systèmes à divers types de perturbations

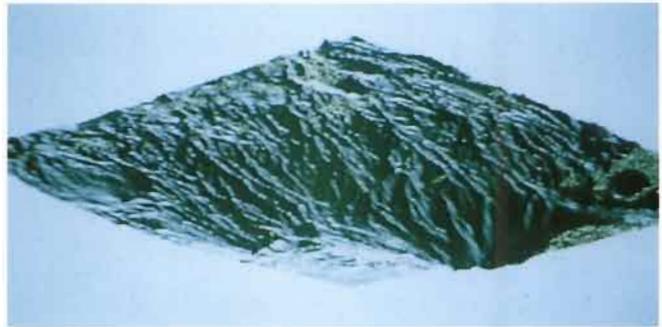
(écologiques, sociales ou économiques) ou à des aménagements. Leur usage peut être étendu à l'étude de certaines pêches industrielles dont l'évolution dépend également de facteurs écologiques et socio-économiques.

## Systemes d'information géographique

Les outils utilisés par les géographes de l'Institut pour réaliser des **cartes** et des **atlas** ont sensiblement évolué depuis le lancement de leurs premiers travaux à la fin des années 1950 en Afrique de l'Ouest. Aux levés sur le terrain effectués par les pionniers ont succédé, dans les années 1960, les photographies aériennes et, près de vingt ans plus tard, la télédétection et les images satellitaires. Au cours de la dernière décennie, la nécessité de recenser, d'organiser et de représenter des données de plus en plus nombreuses a par ailleurs impulsé le développement de techniques informatiques traitant rapidement la somme d'informations nécessaires à la réalisation de documents cartographiques. Ces différentes mutations ont conduit dès 1985 à la création de systèmes d'information géographique reposant sur une base de données informatisée et un logiciel, baptisé *Savane*, permettant de sélectionner, recouper et superposer des informations de différents types (climat, nature et occupation des sols, données démographiques, sociologiques ou administratives, par

exemple) de façon à réaliser selon les besoins des synthèses cartographiques significatives. En 1987, un tel système a été mis au point dans le cadre d'un programme associant des centres de recherche équatoriens (l'Institut de géographie militaire, l'Institut panaméricain de géographie et d'histoire), la municipalité de Quito et l'Orstom. Les données dont disposaient les autorités municipales pour planifier et gérer la croissance rapide et anarchique de la **ville** étant dispersées dans plus de dix organismes administratifs, il était apparu urgent de centraliser et d'analyser ces informations pour être à même d'étudier le fonctionnement de la ville, sa dynamique et l'évolution du tissu urbain.

Rassemblant les résultats du recensement de 1982 et d'enquêtes complémentaires ainsi que des images satellitaires, une banque de données urbaines



Modèle numérique de terrain. Système d'information géographique de l'État de Veracruz. Mexique.

gérée par le logiciel *Savane* fut créée au terme d'un an et demi de travail. Ce système a permis dans un premier temps d'éditer l'*Atlas informatisé de Quito*, constitué d'une cinquantaine de planches réalisées à partir de fonds cartographiques digitalisés (îlots et quartiers de la ville, parcellaire, topographie, climat, **risques naturels**, activités commerciales, artisanales et de services, réseaux d'assainissement, de

transport et de communication) et dressant un premier état des lieux. Outre le diagnostic qu'il peut offrir à l'aide de cartes réalisées à la demande, ce système d'information géographique peut être également utilisé en vue d'applications pratiques : étude du centre historique à l'échelle parcellaire, planification de la collecte des ordures ménagères, gestion du réseau des égouts, prévention contre les conséquences d'une éventuelle éruption des volcans proches de Quito. En 1991, l'ensemble du système a été remis à la municipalité qui a décidé d'en faire son principal outil de gestion de l'agglomération.

Depuis 1989, une expérience similaire est conduite dans l'Etat de Veracruz en collaboration avec l'Institut national de la statistique, de la géographie et de l'informatique du Mexique. Quelques mois après la constitution de la banque de données rassemblant les résultats d'un recensement effectué en 1990 et des fonds cartographiques (climat, topographie, nature et usage du sol, etc.), des cartes ont pu être réalisées, comme celles de la population ou des exploitations agricoles de cette région de 75 000 km<sup>2</sup>.

Ce système d'information géographique est actuellement utilisé dans le cadre du programme de développement mis en œuvre par le gouvernement de Veracruz.

## Systemes de production agricole

A la fin des années 1960, dans le cadre de leurs études sur les sociétés et les économies rurales, des chercheurs de l'Institut mirent l'accent sur les pro-

cessus de transformation des systèmes de production agricole dans les pays du tiers-monde sous l'impact de facteurs de modernisation. Mises en œuvre par des agronomes, des géographes, des économistes et des sociologues, ces recherches, menées initialement en Afrique de l'Ouest et à Madagascar puis, dans le courant des années 1980, en Amérique latine, ont été conduites à différentes échelles, depuis les petites exploitations familiales, les **terroirs et les communautés rurales** jusqu'à de vastes ensembles régionaux faisant l'objet de programmes d'aménagement ou d'**opérations de développement agricole**.

Dès 1968, des programmes socio-économiques ont eu pour objectif d'analyser l'impact du développement de l'économie marchande sur les systèmes de production agricole, les structures agraires et les techniques culturelles dans les communautés paysannes traditionnelles en Afrique de l'Ouest. Dans ce cadre, les chercheurs se sont intéressés à l'introduction de cultures de rente ou de plantations industrielles au sein de systèmes de production jusqu'alors voués pour l'essentiel aux cultures vivrières.

Au centre et au sud du Cameroun, des géographes et des économistes ont ainsi étudié dès 1971 l'influence du développement de la culture du cacao sur l'organisation économique des villages. Au Sénégal, les recherches portèrent sur l'incidence de la nature marchande de la culture arachidière sur l'économie traditionnelle Sereer et sur les résistances des communautés rurales aux effets de la monétarisation que celle-ci pouvait induire. Des chercheurs étudièrent par ailleurs le processus de diffusion du progrès technique au sein de milieux ruraux traditionnels. Une enquête lancée dès 1969 auprès de trois



Centre de transmigration : séchage du paddy (riz non décortiqué) à Sulawesi, Indonésie.

cents exploitations dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire, puis menée pendant près de dix ans sur l'ensemble du pays, s'attacha ainsi à mesurer les résultats économiques de la mécanisation de l'agriculture ivoirienne.

L'évolution des systèmes de production agricole dans les pays en développement a eu à l'évidence d'importantes incidences sur les structures sociales des communautés rurales. De nombreux programmes de recherche ont ainsi été engagés dès le milieu des années 1960, dans le but de déterminer les effets sociaux de la modernisation des économies rurales et des opérations de développement agricole : résistances ou adaptation à l'innovation, renforcement des inégalités socio-économiques, établissement de nouveaux rapports sociaux.

L'essentiel de ces analyses a été mené en Afrique (Congo, Sénégal, Togo, Cameroun, Haute-Volta, Côte d'Ivoire, notamment), en Polynésie et à Mada-

gascar. Les **migrations** spontanées ou organisées vers des terres neuves ou des fronts pionniers de développement ont constitué dans ce cadre un thème d'étude privilégié pour analyser la dynamique des sociétés rurales face à un environnement nouveau, des pratiques et des techniques culturelles différentes.

Au début des années 1980, une partie de ces études a été fédérée au sein d'une unité de recherche sur la dynamique des systèmes de production agricole dans les pays en développement associant des agronomes, des géographes, des sociologues et des économistes. Dans le sillage d'études antérieures ou ouvrant des champs nouveaux d'investigation, ces recherches ont été menées et se poursuivent aujourd'hui activement dans des environnements et des contextes agraires fort différents : le Sahel (Burkina Faso, Niger), les vallées alluviales du Sénégal, les régions humides d'Afrique

(Côte d'Ivoire, Togo) les zones d'altitude d'Amérique latine (Bolivie, Pérou) et le Sud-Est asiatique (Thaïlande, Indonésie). Au-delà de la dispersion de leur champ géographique, de la diversité des sociétés rurales et des systèmes de production étudiés, ces différentes recherches s'attachent à analyser les stratégies paysannes adoptées face aux risques climatiques, à la saturation foncière sous le poids de la croissance démographique, aux innovations techniques, aux conditions imposées par le marché, aux politiques agricoles initiées par les États et aux ajustements structurels imposés aux économies nationales.

## Systemes de santé

Dans les principales régions du monde où intervient l'Orstom, en Afrique de l'Ouest, en Amérique latine et dans le Pacifique, les médecines dites traditionnelles, loin de tomber en désuétude, constituent souvent un recours thérapeutique majeur. Aussi, au début des années 1980, une équipe de sociologues et d'anthropologues s'est-elle fixé comme objectif d'étudier le fonctionnement et l'évolution de ces médecines ainsi que les systèmes de représentation de la maladie qu'elles génèrent chez les indiens Desana-Tukano au Brésil, les Yanomami au Venezuela et diverses populations en Guyane, en milieu rural et urbain au Cameroun, au Burkina Faso, au Congo, en Guinée et en Côte d'Ivoire ainsi qu'à Tahiti. Récemment, ces recher-

ches se sont élargies aux nouveaux mouvements religieux qui s'attribuent au côté de leurs fonctions spirituelles un rôle thérapeutique. Ces enquêtes ont été jusqu'à présent menées auprès de sociétés très variées et d'« institutions » diverses (Eglises, sectes guérisseuses, prophétiques ou syncrétiques, etc.). Pour l'heure, ces études tendent à montrer que, tant en Afrique Noire qu'en Amérique latine, ces mouvements religieux (traditionnels ou néotraditionnels) assument des fonctions multiples tant sur le plan social que thérapeutique : ils offrent de nouvelles valeurs morales face au désarroi suscité par les effets du développement économique, permettent de diversifier la gamme des pratiques thérapeutiques, notamment lorsque la biomédecine avoue son impuissance devant certaines maladies (cf. **sida**), et restaurent ou confortent l'identité culturelle des populations en ayant recours à une certaine forme de tradition. La crise que traversent actuellement les systèmes de santé publique dans les pays du tiers-monde peut expliquer en partie la permanence, voire l'essor de ces médecines traditionnelles. Dans cette perspective, les sociologues, les démographes et les économistes se sont intéressés au fonctionnement et au dysfonctionnement des



Photo Yves Parris

Consultation au poste de santé de Toucar. Sénégal.

services sanitaires et aux blocages que peuvent rencontrer les programmes d'assistance médicale dans cette partie du monde. Des études ont ainsi été conduites en milieu urbain à Maradi, Pikine et Brazzaville depuis 1982, et plus récemment à Bamako au Mali, à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso et à Vientiane au Laos. Dans ce cadre, l'attention des chercheurs se porte actuellement sur les causes socio-culturelles des succès et des échecs des systèmes de santé publique, les inégalités de fréquentation des services sanitaires au regard de la qualité des soins dispensés et du financement des dépenses de santé.

## **T**erroirs et communautés rurales

Le monde rural a été le thème majeur des études entreprises dès la fin des années 1950 en Afrique et à Madagascar par les différentes disciplines de recherche en sciences sociales (géographie, économie, sociologie, anthropologie, etc.) présentes au sein de l'Institut. Si le champ des recherches s'est

par la suite progressivement diversifié et les échelles élargies à des ensembles régionaux voire nationaux, l'étude des terroirs et des communautés villageoises a constitué dès 1962 une approche privilégiée par les géographes, sociologues et économistes, car le village et les terres cultivées alentours étaient apparus comme une unité spatiale cohérente permettant d'appréhender de façon fine les rouages des sociétés rurales, leurs modes de production et leur évolution.

Les études de terroirs ont été conduites en grande partie selon une méthode homogène mise au point par les géographes en 1964 de façon à pouvoir intégrer ultérieurement les différentes monographies réalisées dans un *atlas des structures agraires*. Cette méthode de recherche qui supposait une phase d'observation de terrain d'une ou deux années au moins s'est fondée sur un travail cartographique rassemblant une série d'éléments clefs qui permettaient de caractériser ces espaces ruraux : le milieu naturel (relief, cours d'eau, végétation), les éléments permanents du paysage (habitat, chemins, haies), le mode d'exploitation du sol (cultures, jachères, pâturages, surfaces exploitées) et les structures foncières (droits d'usage du sol, métayages, fermages, etc.).

Photo Pierre Milleville



Traite traditionnelle en pays dogon. Mali.

Les travaux ainsi réalisés (à des échelles allant de 1/2 000 à 1/10 000e) ont été assortis de données quantitatives (rendements, temps des travaux, surfaces cultivées, budgets familiaux), d'une analyse des pratiques culturelles (calendrier agricole, outils, méthodes de défrichage, association, succession et rotation des cultures) et de

la vie au sein de la communauté villageoise (habitat, organisation du travail, activités secondaires, rapports sociaux, etc.). Ils se sont également accompagnés d'une évaluation des **systèmes de production** étudiés, de leur aptitude à satisfaire les besoins d'une communauté face à la sujétion du milieu naturel ainsi que de ses capacités d'adaptation à l'agronomie moderne, aux nouvelles techniques et à l'économie marchande. Ces travaux, dont l'objectif était de donner à l'Afrique « ses archives agraires » et d'initier de jeunes chercheurs, formés au sein de l'Institut à la réalité du terrain, ont abouti au début des années 1980 à la publication d'une quarantaine de monographies de terroirs réalisées pour la plupart en Afrique (Togo, Cameroun, Côte d'Ivoire, Congo, Haute-Volta, Sénégal, Niger), mais également à Madagascar, dans le Pacifique (Polynésie et Nouvelles-Hébrides) et en Amérique latine (Brésil, Colombie notamment).

Si l'accent a été mis au milieu des années 1970 sur une approche plus globale des sociétés et des économies rurales, l'étude des terroirs et des communautés villageoises, loin d'être aujourd'hui abandonnée, a connu un renouveau en 1986 dans le cadre d'un programme pluridisciplinaire associant des agronomes, des économistes, des géographes, des démographes et des sociologues. Celui-ci vise à mesurer l'évolution des situations agraires et des sociétés rurales en Afrique en se référant aux états des lieux réalisés quinze à trente ans auparavant.

Ces recherches ont pour l'heure été conduites en Côte d'Ivoire, en République Centrafricaine et au Sénégal. Dans ce pays, l'étude a concerné, entre autres, la société Sereer dans le Sine, région surpeuplée du bassin arachi-

dier. Alors que l'étude du terroir réalisée de 1965 à 1969 mettait déjà l'accent sur les problèmes de saturation foncière, il apparaît aujourd'hui que des phénomènes majeurs (**sécheresse**, baisse du prix de l'arachide, croissance démographique, etc.) sont venus aggraver cette situation qui n'a pu être compensée que par des **migrations** vers la **ville** ou des zones rurales moins peuplées.

Les premières conclusions de cette étude engagent aujourd'hui les chercheurs à dépasser l'échelle du village et du terroir ainsi que le strict domaine des activités agricoles pour rendre compte de la stratégie adoptée par les paysans Sereer pour tenter de faire face à la crise.

## Thons

Exploités par la grande pêche multinationale, les thons constituent l'essentiel des **ressources** hauturières de l'océan tropical. Enjeu économique d'importance pour le développement économique des pays tropicaux, ils ont fait à l'Orstom l'objet de programmes de recherches visant à en rationaliser l'exploitation.

Les études menées sur les thons tropicaux ont commencé en 1963 dans l'Atlantique avec le début de la grande pêche tropicale française dans le golfe de Guinée. Ces premiers travaux ont été consacrés à la mise en place à Pointe-Noire, Abidjan et Dakar d'un système de collecte de données statistiques sur les rendements de la pêche thonière ainsi qu'à l'inventaire des différentes espèces vivant dans l'Atlantique tropical à partir des captures réalisées par les thoniers. Ces études ont été enrichies par la suite par des



Opération de pêche de thon à la canne au large des îles du Cap Vert.

analyses des différentes caractéristiques de la biologie (croissance, reproduction, etc.) et du comportement (migration, déplacements, etc.) des thons à nageoires jaunes (Albacores) ainsi que des mécanismes hydroclimatiques (courants, température et salinité de l'eau) favorisant la concentration de cette espèce.

Au début des années 1970, les chercheurs ont pu alors définir le niveau d'exploitation compatible avec le renouvellement des stocks d'Albacores, résultat d'importance alors qu'en 1971 était créé la CICTA, organisme international chargé de réglementer la pêche au thon dans l'Atlantique tropical et avec lequel l'Orstom allait étroitement collaborer.

Les deux décennies suivantes ont vu les recherches sur le thon atlantique se développer largement. En 1978, parallèlement à la mise en place d'un système de prévision des pêches à partir des données (température de la surface de la mer) acquises et transmises par satellite, fut lancé, sous

l'égide de la CICTA, un programme sur le Listao, espèce moins connue que l'Albacore mais représentant un important potentiel pour la pêche. En outre, à partir de 1985, les recherches tout en se poursuivant dans le golfe de Guinée, se sont étendues à l'Atlantique Ouest, région où la pêche thonière commençait à se développer et où les caractéristiques des populations de thons faisaient peu l'objet d'études scientifiques.

Les années 1970 ont marqué un essor de la grande pêche thonière dans le sud-ouest Pacifique avec l'arrivée de senneurs japonais, américains puis français.

Si les premiers travaux des chercheurs du centre de Nouméa ont été consacrés, entre 1968 et 1974, au régime alimentaire des thons (cf. **réseaux trophiques**), les recherches ont visé depuis 1976 à déterminer les potentialités de pêche dans cette région par une analyse des rendements des flottilles et des conditions hydrologiques

locales favorisant la concentration de thons. Lancées à partir de Nouméa, de Papeete et du Vanuatu, des campagnes de prospection générale ont été menées à l'aide de la radiométrie aérienne. En Polynésie française, une expérience originale visant à aider au développement de la pêche thonière locale est conduite depuis 1981 en collaboration avec l'Ifremer sur le comportement des thons autour de dispositifs favorisant leur agrégation – objets flottants ancrés ou dérivants qui attirent les espèces pélagiques (DCP, dispositif de concentration de poissons).

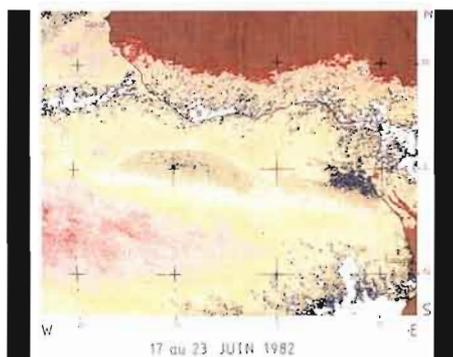
Interrompues en 1975 à la suite de la fermeture de la station océanographique de Nosy Be à Madagascar, les études sur les thons de l'océan Indien ont repris en 1980 dans le cadre d'un programme régional financé par la CEE et dont l'Orstom est le coordinateur scientifique. Mené à partir des îles Maurice, Seychelles, de la Réunion et de Madagascar, ce programme vise à identifier les régions les plus favorables à la pêche au thon à partir d'une collecte de données physico-chimiques (température, salinité, sels minéraux, chlorophylle, zooplancton) et météorologiques (vent, pression atmosphérique) relevées par le navire océanographique *Alis*, des bateaux marchands et des satellites. Les actions entreprises ont également pour objet essentiel de doter les pays participants des capacités scientifiques et techniques nécessaires à l'évaluation et la gestion de leurs ressources en thons. D'ores et déjà, des résultats intéressants ont été acquis : concentration des bancs dans les eaux de 25 à 26°C, effets négatifs des vents supérieurs à 20 nœuds sur les captures, définition de stratégies pour la pêche hauturière de thons concentrés sous les épaves et évaluation de l'impact

de cette technique de pêche sur les stocks exploités. Par ailleurs, des expériences originales de marquage acoustique de thons ont permis de connaître et de modéliser le comportement des espèces au voisinage des dispositifs de concentration (DCP). Les résultats de ces travaux ont eu des effets directs sur l'organisation de la pêche artisanale aux Comores et sur la prévision de zones favorables aux pêches hauturières.

## Upwellings

Si les zones d'*upwelling* ne représentent qu'une infime partie de la superficie totale des océans, elles sont parmi les plus riches du monde intertropical. Près de 30 % des captures mondiales de poissons sont ainsi réalisées dans les régions d'*upwelling* côtier. Dans ces zones, véritables oasis dans le désert biologique que représentent les océans tropicaux, une résurgence d'eau froide mais extrêmement fertile, issue des couches profondes, permet en effet le développement d'une production biologique considérable.

Dès les années 1950, l'Orstom s'est intéressé à ces régions et les recherches menées à partir des centres de recherches océanographiques de Dakar, d'Abidjan et de Pointe-Noire ont conduit à décrire ce phénomène le long des côtes de l'Afrique occidentale. Au cours des années 1970 et au début de la décennie suivante, les recherches se sont orientées vers l'*upwelling* qui se développe en plein océan le long de l'équateur dans le golfe de Guinée. Le programme Ciproa, lancé en 1978 en collaboration avec le Cnexo, le CNRS et l'université



Golfe de Guinée. *Upwelling* équatorial. Synthèse pour la période du 17 au 23 juin 1982.

de Bretagne occidentale, a ainsi analysé les mécanismes de production dans la zone équatoriale. D'autres recherches menées en Côte d'Ivoire ont illustré l'importance des ondes internes dans l'apparition saisonnière de l'*upwelling* ivoiro-ghanéen. Aujourd'hui, des satellites exercent une surveillance continue de ces régions. L'Utis, un laboratoire basé à Dakar et associant l'Isra à l'Orstom, produit, reçoit et traite ces données satellitaires et des cartes hebdomadaires de température de surface de la mer, précieux auxiliaires tant pour les scientifiques que pour les professionnels de la pêche.

L'un des constats qui s'est imposé aux chercheurs concerne la très grande variabilité des populations de poissons exploitées par la pêche dans les *upwellings* côtiers : à des périodes pléthoriques succèdent des moments où la ressource se fait rare et parfois même disparaît. Un environnement hydroclimatique fluctuant et instable est à l'origine de ces variations. Le programme régional Pêche et Climat mené par l'Orstom et des instituts de recherche ouest-africains à la fin des années 1980 a permis de mieux comprendre les interactions entre la variation des ressources et les fluctuations des *upwellings* côtiers en Afrique de

l'Ouest. Une étude menée conjointement sur les côtes du Pérou, de Californie et d'Afrique de l'Ouest a montré qu'il existe des conditions optimales de l'environnement, communes à l'ensemble des zones d'*upwelling* mondiales, qui assurent le maintien des populations.

Ces conditions – décrites sous l'expression « fenêtre environnementale optimale » – se rencontrent quand le vent atteint cinq à six mètres par seconde. En deçà de cette valeur, l'*upwelling* n'est pas suffisamment établi et le développement et la survie des larves de poissons sont limités par le manque de nourriture ; au-delà, la mer commence à moutonner et disperse les essaims de larves et de plancton.

Aujourd'hui, l'Orstom est l'un des maîtres d'œuvre du programme international Ceos auquel participent une quinzaine de pays et qui vise à déterminer les effets des changements climatiques sur les écosystèmes des *upwellings* côtiers et sur les activités humaines et économiques qui s'y développent.

## Veille climatique

La **sécheresse** persistante que connaît l'Afrique de l'Ouest, et notamment le Sahel, depuis le début des années 1970 a conduit les chercheurs de l'Orstom à tenter de mieux cerner les mécanismes de la dynamique du climat, des précipitations et de l'évaporation dans ces régions. Jusqu'au début des années 1980, les études hydrométéorologiques reposèrent sur des stations d'observation au sol.

Dès 1982, l'Orstom a entrepris un programme de veille climatique, dont l'objectif est de recueillir des informations nouvelles, issues des satellites, sur la température de surface de la mer et du sol et sur l'évolution saisonnière des nuages de pluie.

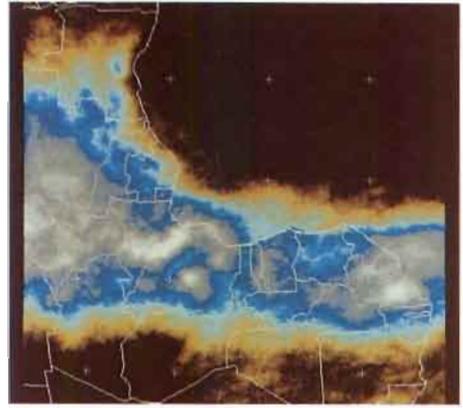
Dans ce cadre, le CNRS, des laboratoires universitaires et l'Orstom ont lancé en 1984 le programme Epsat avec pour objectif essentiel d'explorer les possibilités offertes par l'imagerie satellitaire pour évaluer en temps quasi réel la répartition spatio-temporelle des pluies.

Les vingt-quatre images/jour transmises par Météosat, via le Centre de météorologie spatiale de Lannion, permettent de calculer, entre autres, le champ thermique au sol et de déterminer l'occurrence des nuages à sommet froid, une bonne corrélation ayant été établie entre ces deux paramètres et l'importance des précipitations. Une opération Epsat est menée depuis 1988 à l'est de Niamey au Niger pour étudier finement la répartition des averses et rechercher de nouvelles méthodes d'estimation par satellite en validant les observations satellitaires (pixel de 25 kilomètres carrés) par des mesures pluviométriques au sol.

Une centaine de pluviographes permettant de calculer par géo-statistique des précipitations moyennes à l'échelle désirée ont été déployés sur le périmètre d'étude (110 x 110 km). Ces pluviographes ont également servi à calibrer le radar météorologique de Niamey qui fournit des images fines des systèmes nuageux à l'origine de précipitations.

Grâce à ces données, les chercheurs ont pu mieux mesurer la marge d'erreur des données fournies par le satellite et ont amélioré leurs connaissances des averses sous ce type de climat.

CMS Lannion



Occurrences de nuages à sommet froid de mai à octobre 1987. Golfe de Guinée.

L'opération Epsat en cours d'achèvement est complémentaire du programme Hapex-Sahel dont l'objectif est d'analyser l'ensemble des paramètres qui interviennent dans les transferts de l'eau entre le sol, la végétation et l'atmosphère, pour améliorer de la sorte les prévisions des fluctuations climatiques dans les régions tropicales touchées par la **sécheresse**.

## Villes

Dans les pays en développement où près d'un habitant sur deux est citadin (70 % en Amérique latine, 40 % en Afrique), les villes souffrent de dysfonctionnements notoires dus en grande partie à une croissance démographique forte, rapide et incontrôlée : avec un taux d'accroissement de 4 % par an en moyenne, les cités du tiers-monde voient leurs populations doubler en moins de vingt ans. Si les villes des pays en développement constituent aujourd'hui l'un des thèmes centraux des recherches en sciences sociales à l'Institut, les premières études urbaines s'étaient auparavant esquissées timidement du fait de l'attention prioritaire accordée par les

chercheurs aux sociétés et aux économies rurales en Afrique et à Madagascar. Dès les années 1950, des sociologues et des géographes entreprirent cependant des enquêtes sur certains problèmes urbains qui déjà se faisaient jour en Afrique noire, tels l'exode rural vers les villes au sud de l'Afrique équatoriale, la croissance de quartiers périphériques à Douala et à Brazzaville, le chômage dans cette même capitale ou encore les conditions d'habitat à Bangui.

changements socio-économiques (structures familiales, marché du travail, accès à la propriété) provoqués par une urbanisation rapide des grandes cités, en Afrique de l'Ouest, à Tahiti, à Madagascar ainsi qu'aux Nouvelles-Hébrides.

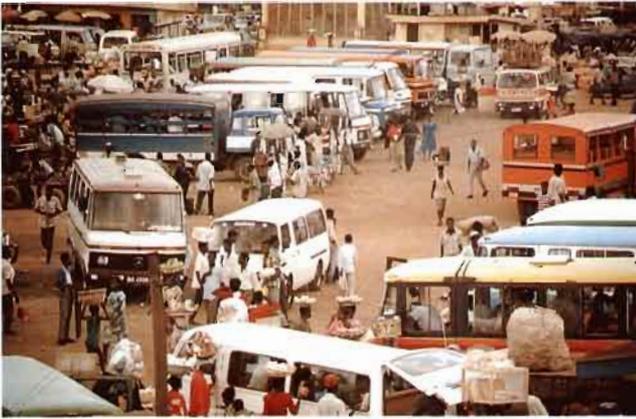
Au milieu des années 1970, alors que l'étude des villes n'avait été abordée pour l'essentiel qu'à partir d'une problématique rurale, le milieu urbain

commença à être perçu et analysé comme un espace spécifique. De 1974 au début des années 1980, les études urbaines, menées tant par des géographes que des démographes, des sociologues et des économistes, se multiplièrent autour de quelques thèmes majeurs telles l'organisation du cadre de vie urbain (l'habitat, les structures foncières et immobilières, les réseaux), les composantes démographiques (fécondité, emploi,

migrations) et la dynamique socio-économique (stratégie d'insertion des immigrés, développement du **secteur informel, industrialisation**). Le rôle structurant des villes sur l'espace régional n'était pas pour autant abandonné et fit notamment l'objet de recherches sur l'exode rural et les migrations induites par la ville (Nouvelle-Calédonie, Cameroun, Nouvelles-Hébrides, Côte d'Ivoire), l'armature urbaine des espaces ruraux (Cameroun, Pérou, Togo, Côte d'Ivoire, Venezuela, ) et sur les effets de la polarisation économique exercée par certaines grandes cités (Lima, Cayenne, Brazzaville et Abidjan).

En 1983, alors qu'un groupe de recherche urbaine avait été créé deux

Photo Christophe Brun



Gare routière de Kumasi. Ghana.

Au cours de la décennie suivante, alors que la ville commençait à s'affirmer comme une composante moderne du paysage en Afrique, les recherches se développèrent sur le thème de la restructuration des campagnes sous l'effet du développement de centres urbains et sur les **migrations** en masse de populations rurales vers les villes. Inspirées par ce thème, de nombreuses études ont été conduites en Côte d'Ivoire (Odienné, Abidjan), au Congo (Brazzaville et Kinkala), au Cameroun (Yaoundé, Victoria et le réseau de villes secondaires), au Gabon, en Tunisie, en Polynésie (Papeete) et à Madagascar (Tananarive). Parallèlement, des sociologues et des économistes s'intéressèrent aux modalités d'intégration des migrants dans les villes et aux

ans plus tôt associant des spécialistes des sciences sociales mais aussi des architectes urbanistes et des médecins, de nouvelles problématiques ont guidé ces études pluridisciplinaires menées dans la plupart des grandes villes d'Afrique de l'Ouest ainsi qu'en Amérique latine (Brésil, Mexique, Equateur) : le rôle de l'environnement urbain sur la santé des populations (cf. **environnement et santé**), les politiques d'urbanisme, l'histoire sociale et le patrimoine architectural de cités africaines...

Aujourd'hui, alors que l'accent est mis, dans le sillage de la Conférence de Rio, sur l'environnement urbain, ses nuisances et ses dysfonctionnements, et les politiques d'aménagement mises en œuvre pour y remédier, l'usage de techniques nouvelles, et notamment de la télédétection, offre aux chercheurs de nouveaux moyens d'analyse des mutations très rapides qui transforment le paysage urbain du tiers-monde. Depuis 1986, des expériences pilotes ont été ainsi conduites à Quito (cf. **systèmes d'information géographique**) et dans cinq grandes villes d'Afrique (Conakry, Ouagadougou, Yaoundé, Nairobi, Lagos) pour en comprendre le fonctionnement et en mesurer la croissance, en l'absence de données ou de documents cartographiques récents sur ces différents sites.

## Zones arides

Les régions arides et semi-arides occupent le tiers des terres émergées du globe et abritent près de 15 % de la population mondiale.

Présent en Afrique sub-saharienne au lendemain de la seconde guerre mondiale, l'Institut a dès la fin des années

1940 entrepris des recherches sur l'une des plus grandes régions arides de la planète, le Sahel, écosystème fragile, menacé tant par les aléas climatiques que par une forte pression démographique.

En 1947, les pédologues partirent à la découverte de cette vaste étendue de sables, d'argiles lacustres et de roches dures au Tchad, au Niger, au Sénégal et au Cameroun. Près de quinze ans plus tard, ils entreprirent des inventaires et une **classification des sols** dans une grande partie du Sahel francophone, soit un million cinq cent mille kilomètres carrés, travaux qui se sont concrétisés par une série de **cartes** pédologiques. Les hydrologues étudièrent pour leur part dès 1950 les régimes fluviaux des régions sahéliennes sur de nombreux **bassins versants représentatifs et expérimentaux** situés tout au long de la frange sahélienne, de la Mauritanie au Tchad, en passant par le haut Sénégal, le Mali, la Haute-Volta et le Niger. Au début des années 1960, ces chercheurs inscrivent à leur programme l'étude des phénomènes hydrologiques les plus caractéristiques du Sahel, l'évaporation et l'évapotranspiration, avec des recherches menées à travers un réseau de stations bioclimatiques en République Centrafricaine et au Tchad, ainsi que sur le lac de Bam (Haute-Volta). A la même époque, géographes, sociologues et anthropologues lançèrent plusieurs études monographiques sur des **terroirs et communautés rurales** du Sahel, notamment sur la société Sereer au Sénégal. En 1965, après qu'eurent été réalisés des **inventaires de la végétation**, des écologues s'intéressèrent à leur tour au Sahel et menèrent dans le cadre du Programme biologique international des recherches sur la « steppe à épineux » du Ferlo sénégalais, écosystème

caractéristique des zones semi-arides d'Afrique. Ces travaux se sont poursuivis jusqu'en 1980, puis de 1988 à 1993, et ont apporté des informations sur la dynamique de ces systèmes écologiques.

Photo Antoine Cornet



Effet de l'érosion éolienne en région sahélienne. Sénégal.

Si ces premiers travaux s'effectuèrent sans concertation formelle entre les différentes disciplines, la grande **sécheresse** qui toucha le Sahel au début des années 1970 conduisit les chercheurs à coordonner leurs efforts. En 1976, le Comité de lutte contre l'aridité en milieu tropical (Lat) créé un an plus tôt par la DGRST, confia à l'Orstom la mise en œuvre d'un programme pluridisciplinaire sur la mare d'Oursi dans l'Oudalan au nord de la Haute-Volta, écosystème jugé représentatif des conditions bioclimatiques régnant alors dans cette région du monde.

Les objectifs fixés à cet important pro-

jet de recherche scientifique associant divers instituts étaient de comprendre le fonctionnement d'un écosystème sahélien et de définir les possibilités d'aménagements agricoles, sylvicoles et pastoraux de ce milieu. Il s'agissait *in fine* de pouvoir envisager les moyens à mettre en œuvre pour lutter contre la désertification de l'Oudalan. De 1976 à 1982 avec le soutien logistique du centre de recherche de Ouagadougou et suite à la mise en place d'une station d'étude à la mare d'Oursi, les chercheurs de différentes disciplines ont inventorié, mesuré, analysé, modélisé la structure, les mécanismes d'évolution et le potentiel de production des différentes composantes physiques et biologiques de ce milieu ainsi que les modes d'exploitation de ses ressources par les populations. Publiés en 1992 dans un ouvrage de synthèse, les principaux acquis de ces recherches ont permis de souligner que l'état de crise de cet écosystème pouvait être tempéré par la grande diversité de ses biotopes et de leur mode d'exploitation, leur capacité d'adaptation et de régénération (parfois surprenante) laissant entrevoir l'espoir, sinon de restaurer un équilibre naturel idéal, tout au moins de rendre plus sûres les conditions de vie dans cette région.

Au cours des années 1980, les recherches menées sur la mare d'Oursi ont ouvert le champ à de nouveaux programmes au Sahel et dans d'autres zones arides d'Afrique : analyse de l'évolution des **sociétés agro-pastorales** au nord-ouest du Burkina Faso, détermination des conséquences de l'aridification au cours du néolithique sur les peuplements au Sahara, étude des différents processus climatiques qui concourent à la **sécheresse** (opération Hapex-Sahel), définition de bases scientifiques pour la restauration des

régions arides dégradées au nord et au sud du Sahara. Lancées en 1985 dans le sud de la Tunisie, ce dernier programme s'est largement développé par la suite dans le cadre de recherches visant à proposer des scénarios d'aménagement et de réhabilitation de terres dégradées ou désertifiées au Burkina Faso, au Cameroun, au Sénégal, au Niger ainsi qu'en Amérique latine, au Mexique et au Chili. Ces études, pour la plupart en cours, ont par exemple conduit des chercheurs à analyser la possibilité de restaurer des terres à pâturage (Tunisie méridionale), à mettre en place une chaîne de surveillance satellitaire de la désertification (Tunisie méridionale) ou encore à déterminer le rôle de l'arbre sur le fonctionnement du couvert herbacé, les propriétés physiques et les réserves hydriques du sol (Sénégal et Burkina Faso).

Longtemps centrées sur le continent africain, ces recherches sur les zones

arides se sont étendues au début des années 1980 à l'Amérique latine. Au Brésil, des recherches se sont attachées à la caractérisation des systèmes écologiques arides (caractérisation des sols et de la végétation, zonage agro-écologique) du Nordeste en vue de leur mise en valeur.

En 1982, le projet Mapimi a été lancé au Mexique. Soutenu par l'Unesco dans le cadre du Mab et mené en collaboration avec l'Institut d'écologie du Mexique dans un site expérimental du désert du Chihuahua, ce programme tente, suite à un inventaire des composantes (végétation, sols, géomorphologie) et à une analyse du fonctionnement de cet écosystème aujourd'hui achevés, de déterminer dans quelle mesure l'élevage bovin pourrait s'y développer tout en préservant les ressources naturelles de ce milieu fragile. En outre, depuis 1991, des chercheurs étudient le processus de désertification et les conditions d'un développement agricole durable dans les régions arides du Chili.

# Index thématique

*Les mots en gras renvoient à des titres d'article*

- Action sanitaire 22, 50, 54, 67, 81, 87, 88, 93, 102, 122, 138
- Activités agricoles 14, 25, 27, 31, 34, 40, 51, 52, 83, 85, 95, 110, 112, 116, 118, 124, 127, 131, 136, 139, 146
- Agronomie 14, 24, 52, 78, 83, 116, 121, 124, 127, 136
- Ajustement structurel 63, 120, 127, 136
- Algues 16, 42, 103, 106
- Altération des roches 57, 72, 97
- Amélioration des plantes** 14, 15, 24, 39, 58, 87, 113, 116
- Aménagements fluviaux 21, 50, 51, 86, 95, 106, 108, 110
- Anomalies magnétiques 92
- Anophèles 54, 67, 102
- Anthropisation 42, 44, 81, 51, 70, 103, 71, 146
- Anthropologie 41, 81, 59, 62, 87, 88, 120, 121, 124, 138, 139, 146
- Anthropologie économique 58, 120, 121, 126, 127, 132, 136, 139
- Apomixie** 14, 15, 112
- Aquaculture** 16, 42, 106, 109
- Arachide 27, 68, 78, 79, 87, 136
- Arbovirus** 17, 67
- Archéologie 59, 100
- Arcs insulaires** 18, 75, 92, 115
- Aridité (v. zones arides)
- Artisanat (v. secteur informel)
- Atlas (v. cartes et atlas)
- Atolls 45, 106
- Audiovisuel 64
- Bananier 14, 52, 87, 112
- Banques de données hydropluviométriques** 20, 108, 119
- Banques de données économiques 34
- Banques de données génétiques végétales 24, 112
- Banques de données halieutiques 36, 133, 140
- Banques de données pédologiques 31
- Banques de données urbaines 135
- Bas-fonds 110, 116
- Base bibliographique Horizon 64
- Bassins versants représentatifs et expérimentaux** 21, 38, 40, 51, 86, 108, 119, 146
- Bassins sédimentaires 18, 30, 73, 92, 100
- Bilharzioses** 22
- Biocénose 44, 68, 79, 87, 116, 146
- Bioconversions** 23, 103
- Biodiversité 42, 44, 45, 55, 70, 71, 106, 109, 112, 142, 146
- Biogaz 23, 103
- Biologie végétale 14, 15, 24, 58, 85, 112, 116
- Biotechnologies 23, 39, 76, 88, 103, 112, 129
- Botanique 44, 55, 71, 124, 146
- Cacaoyer 14, 68, 79, 118, 136
- Caféier** 14, 23, 24, 68, 79, 112
- Campagnes océanographiques 32, 45, 47, 90, 113, 140
- Canne à sucre 23, 68, 87, 112
- Caoutchouc (v. hévéa)
- Cartes et atlas** 25, 64, 124, 135, 139
- Cartographie des sols** 27, 31, 51, 52, 146
- Cartographie de la végétation 71
- Cartographie géologique 30, 72
- Cartographie géophysique 75, 92
- Cartographie hydrologique 106, 108
- CD-Rom 64, 119

**Centres de recherche 27**

Centres de documentation 64

**Chaîne andine 30, 40, 73, 92, 115**

Champ magnétique terrestre 73, 75, 92, 100, 115

Champignons phytopathogènes  
(v. maladies cryptogamiques)

Chikunguya 17

Chimioprophylaxie 54, 93

Chômage 120, 144

**Classification des sols 27, 31, 40, 146**

**Climats océaniques 32, 90, 113, 142**

Climats 21, 32, 44, 47, 68, 87, 100, 119, 136, 143, 146

Clonage 14, 39, 129

Cocotier 14, 39, 76, 112

**Commerce et commerçants 34, 120, 121, 124, 126**

Consommation alimentaire 88, 121

**Coopération scientifique  
et technique 34**

Coraux 45, 70, 106, 129

Cotonnier 14, 27, 34, 52, 68, 76

Courants marins 32, 45, 47, 90, 140, 142

Cratons 73, 92

**Crevettes 36, 70, 113, 133**

Crise économique 83, 88, 121, 124, 126, 139

**Crués 21, 38, 86, 110, 115**

Cryoconservation 24, 39, 112

**Culture in vitro 14, 39, 112, 131**

Cultures de rente 27, 52, 112, 127, 136

Cultures maraîchères 79, 78, 87, 95

Cultures vivrières 14, 34, 52, 76, 79, 78, 112, 121, 127, 136

Décolonisation 61

Déforestation 21, 44

Dégradation des sols 51, 131, 146

Démographie 25, 58, 62, 83, 87, 121, 124, 127, 138, 144

Dengue 17

Désertification 119, 124, 146

Déserts 31, 51, 146

**Dynamique des sols 31, 40**

**Dynamiques sociales 41, 58, 95, 124, 127, 136**

Echo-intégration 113

Ecole (v. systèmes d'éducation)

Economie 34, 41, 58, 63, 83, 95, 120, 121, 126, 127, 133, 136, 138, 139, 144

Ecorce terrestre 73, 75, 113

**Ecosystèmes aquatiques**

**continentaux 42, 70, 109, 113**

**Ecosystèmes forestiers 17, 21, 27, 40, 44, 51, 71, 72, 93, 100, 102, 109, 110**

**Ecosystèmes océaniques 45, 70, 109, 113, 142**

Ecosystèmes insulaires 54, 55, 76, 102

Edition 64

**El Niño 32, 47, 90**

Elevage 81, 124, 146

Embryogenèse somatique 14, 39

Emploi 120, 132, 144

*Endo-upwelling* 106

Enfants 62, 87, 88, 122

Engrais 52, 131

**Enquêtes démographiques et  
socio-économiques 58, 62, 83, 120, 127**

Entomologie 42, 68, 70, 76, 103, 109

Entomologie médicale 17, 50, 54, 67, 80, 81, 93, 102

**Environnement et santé 50**

Epidémiologie 17, 22, 50, 54, 80, 81, 88, 93, 102, 122

**Erosion des sols 21, 40, 51, 52**

Espèces benthiques 36, 42, 45, 70, 113

Espèces pélagiques 45, 106, 109, 113

Ethnobotanique 129

Ethnologie 59, 124, 129

Etiage 86

Evaporation 21, 52, 143, 146

Evolution des sols sous culture 40, 52

Exode rural 83, 120, 144

Exploitations agricoles 136, 139

Fécondité 62, 144

Femmes 62, 88, 121, 122

Fermentation 23, 103

**Fertilité des sols 27, 40, 51, 52, 124, 131**

Fièvre hémorragique 17

Fièvre jaune 17, 67

**Filariose de Bancroft 54, 67, 76**

Fleuves 16, 20, 21, 36, 38, 42, 50, 51, 86, 93, 103, 106, 108, 118, 119, 126, 133

**Flores et herbiers** 55, 129

Fonio 85, 112

Forêt (v. écosystème forestier)

**Formation à la recherche** 27, 31, 34, 56, 61, 64, 67, 86, 87, 103, 118, 121

Génie génétique 14, 15, 16, 67, 68, 70, 80, 78, 85, 87, 88, 102, 112, 116, 122, 131

Géographie 25, 41, 50, 83, 95, 121, 124, 127, 136, 135, 139, 146

Géologie 18, 30, 57, 72, 73, 75, 97, 100, 115

Géomagnétisme

(v. magnétisme terrestre)

Géophysique 18, 73, 75, 92, 115

**Gisements minéraux** 30, 57, 72, 73, 83

Glossine (v. mouche tsé-tsé)

Gombo 14, 78, 112

Gravimétrie 73, 75, 92, 115

Halieutique 36, 113, 126, 133, 140

**Hévéa** 58, 79

Histoire 41, 59, 95, 115, 127, 132

Hybridation 14, 15, 24, 85, 116, 129

Hydrobiologie 16, 36, 42, 70, 103, 109, 113

Hydrologie 20, 21, 38, 40, 51, 52, 86, 103, 106, 108, 110, 119, 124, 127, 146

**Identités et patrimoines culturels** 59, 138, 146

Igname 39, 78, 88, 112

Iles (v. écosystèmes insulaires)

**Indépendances** 61

**Indicateurs démographiques** 62, 87

**Industries et industrialisation** 23, 30, 63, 105, 127, 144

Infographie 25, 27

**Information scientifique et technique** 64

Innovations agricoles 41, 121, 124, 138, 139

**Insectes ravageurs des cultures** 68, 76, 78

**Insectes et parasites vecteurs**

**d'endémies** 17, 42, 50, 67, 70, 76, 80, 81, 93, 102, 103

Insecticide 42, 54, 67, 76, 81, 93, 102, 103

Interactions océan-atmosphère 32, 47, 90

**Inventaires de la faune aquatique**

42, 45, 70, 106, 113, 140

**Inventaires de la végétation** 21, 44, 71, 55, 129, 146

Inventaires entomologiques 68, 76, 81

Inventaires géologiques 72

Inventaires pédologiques 27, 31, 40, 72, 146

Irrigation 27, 40, 50, 51, 52, 86, 106, 108, 110, 118, 121

Jachère 52, 139

Lac 42, 70, 100, 106, 109, 113, 119, 126

Lagon 45, 70, 106, 113, 129

Lagune 16, 36, 42, 70, 102, 103, 109, 113, 126

**Latérites** 72, 110

Leishmaniose 67, 122, 129

Linguistique 59

**Lithosphère continentale** 73, 92, 115

**Lithosphère océanique** 75, 92, 115

Logiciel 20, 34, 135

**Lutte biologique contre les insectes nuisibles** 23, 54, 68, 67, 76

Maïs 15, 76, 79, 87

**Maladies bactériennes et virales des plantes** 14, 39, 78

**Maladies cryptogamiques des plantes** 14, 39, 79

**Maladie de Chagas** 50, 67, 80

**Maladie du sommeil** 50, 67, 81

Maladies à vecteurs (v. insectes vecteurs)

MST 122

Mangrove 106

Manioc 14, 23, 39, 68, 78, 88

Médecines traditionnelles 122, 129, 138

Microbiologie des sols 23, 40, 52, 116, 131

**Migrations** 58, 83, 122, 124, 126, 127, 136, 139, 144

**Mils** 14, 34, 85, 87, 88, 112

**Modèles hydrologiques** 21, 38, 86

Modélisation (entomologie) 68

Modélisation (entomologie médicale) 54

Modélisation climatique 32, 100, 109, 119

Modélisation halieutique 36, 42, 113, 133, 140

Modélisation océanique 32, 47, 90

Monographies hydrologiques 108

**Mortalité dans l'enfance** 62, 87, 88

Mouche tsé-tsé 81

Moustiques 17, 54, 67, 76, 102

Multiplication végétative 14, 39

Musique 59, 64

**Nématodes phytoparasites** 87, 116, 131

Nématologie 87, 116, 131

**Nutrition et malnutrition** 62, 87, 88, 121

**Observation de l'océan** 32, 45, 47, 90

**Observatoires géophysiques** 73, 92, 115

Observatoires socio-économiques 58, 87, 121

Océanographie biologique 36, 45, 47, 70, 90, 103, 106, 109, 113, 126, 133, 140, 142

Océanographie physique 32, 47, 90, 106, 142

Oiseaux 118

**Onchocercose** 42, 50, 67, 70, 76, 93, 103

**Opérations de développement**

**agricole** 25, 41, 83, 95, 124, 127, 136

**Or** 30, 57, 72, 73, 97

Orogenèse 30, 73

**Orstom (Histoire de l')** 27, 34, 56, 61, 64, 98, 99

**Outre-mer** 99

Ouvriers 63

**Paléoclimats** 30, 44, 72, 100

Palmeiers à huile 30, 39, 76, 112, 116, 118

**Paludisme** 67, 87, 102, 129

*Panicum maximum* 14, 15, 112

Parasitologie 54, 67, 80, 81, 93, 102

Patrimoine culturel (v. identité et patrimoines culturels)

Pêche 16, 34, 36, 42, 45, 47, 90, 103, 109, 113, 120, 126, 133, 140, 142

Pédologie 27, 40, 51, 52, 57, 71, 72, 83, 87, 110, 124, 127, 146

Physiologie végétale 14, 39, 58

Phytopathologie 14, 39, 76, 79, 78, 87, 116

Plancton 42, 45, 70, 106, 109, 140, 142

Planification économique 58, 63, 95, 127

Plantations industrielles 27, 34, 52, 79, 78, 95, 136

Plantes fourragères 14, 52

Plantes médicinales (v. ethnobotanique)

Plateau continental 45, 90, 113

Pluie 20, 21, 38, 40, 47, 51, 52, 86, 100, 110, 119, 143

Poissons 16, 34, 42, 45, 70, 103, 106, 109, 113, 126, 133, 140, 142

**Pollution des eaux** 22, 23, 42, 81, 93, 103, 106, 109

**Pratiques et politiques scientifiques** 34, 56, 105

Pratiques culturelles 44, 51, 52, 83, 88, 95, 136, 139

Préhistoire 59, 100, 146

Primates 17, 122

Protection des plantes 14, 39, 58, 68, 76, 78, 79, 87, 112, 116, 118

**Qualité des eaux** 51, 103, 106

Recensement démographique (v. enquêtes démographiques et socio-économiques)

**Récifs et lagons** 45, 106

Relations villes-campagne 83, 139, 144

Religion 122, 138

Représentations de la maladie 122, 138

**Réseaux hydrologiques** 20, 21, 38, 108, 119

**Réseaux tropiques** 16, 42, 45, 109, 140

**Ressources en eau** 20, 21, 51, 52, 86, 110, 119

**Ressources génétiques végétales**

14, 15, 24, 39, 85, **112**, 116

**Ressources vivantes aquatiques** 16, 36,

42, 45, 106, 109, **113**, 126, 133, 140, 142

Ressources minérales et énergétiques

30, 57, 72, 73, 75, 92, 97

RIO (réseau intertropical

d'ordinateurs) 64

**Risques naturels** 18, 30, 75, 73, 92,

113, **115**, 119, 135

**Riz** 14, 52, 78, 79, 87, 112, **116**, 118,

131, 143

**Rongeurs et oiseaux nuisibles** 81, **118**

Rougeole 87

Salars 30, 57

Savane 17, 40, 51, 68, 93, 100, 102, 110

Schistosomose (v. bilharzioses)

**Sécheresse** 14, 21, 40, 44, 47, 51, 52, 85,

100, 110, **119**, 124, 126, 131, 143, 146

**Secteur informel** 58, 63, **120**, 144

**Sécurité alimentaire** 34, **121**

Séismes 18, 30, 73, 75, 92, 115

Sélection génétique 14, 24, 39, 116

Semences 14, 24

Sevrage 62, 87, 88

**Sida** **122**, 138

Simulie 42, 67, 70, 93, 103

Singes (v. primates)

**Sociétés agropastorales** 52, 124, 146

Sociétés rurales 41, 58, 59, 83, 95, **124**,

127, 132, 136, 139, 146

**Socio-économie des pêches** **126**

**Socio-économie du développement**

58, **127**

Sociologie 41, 81, 83, 95, 121, 126, 127,

132, 133, 138, 139, 144, 146

Sorgho 85, 87, 88, 112

Stations sismologiques 18, 30, 92, 115

**Stratégie de développement** 58, 83,

95, 120, 121, **127**, 121, 144

Structures agraires 95, 127, 136, 139

Subduction 18, 30, 75, 115

**Substances d'intérêt thérapeutique**

106, **129**

Sylviculture 21, 44, 52

**Symbioses fixatrices d'azote** 52, 116,

**131**

**Systèmes d'éducation** 41, 59, **132**

**Systèmes d'exploitation halieutique**

**133**

**Systèmes d'information**

**géographique** 25, 115, **135**, 144

**Systèmes de production agricole** 95,

127, **136**, 139

**Systèmes de santé** **138**

Systèmes experts 67, 133

Taxonomie 55, 67, 68, 70, 80, 78, 87

Tectonique des plaques 18, 30, 73, 75,

115

Télédétection 25, 21, 27, 45, 47, 71, 72,

90, 106, 119, 135, 140, 142, 143, 144

Télétransmission satellitaire 20, 32, 38,

75, 90, 103, 106, 108, 135, 140, 142, 143

**Terroirs et communautés rurales** 25,

41, 136, **139**, 146

**Thons** 90, 109, 113, 133, **140**

Traditions orales 59

Transmigration 83, 116

Trypanosomiasés (cf. maladies du

sommeil et de Chagas)

**Upwellings** 45, 90, **142**

Vaccination 22, 87, 122

Valorisation des recherches 14, 15, 16,

22, 25, 30, 34, 39, 54, 57, 58, 67, 70, 76,

78, 81, 88, 93, 97, 102, 103, 106, 108, 110,

112, 115, 118, 121, 127, 129, 131, 140, 143

Végétation (v. également inventaires de

la végétation) 40, 44, 51, 100, 110, 119

**Veille climatique** 119, **143**, 146

**Villes** 25, 50, 54, 63, 76, 88, 83, 102,

115, 120, 127, 138, 135, **144**

Virus 17, 67, 122

Volcans 40, 75, 73, 115

**Zones arides** 21, 40, 51, 71, 110, 119, **146**

Zoologie 50, 118

# Index géographique

- Alaoatra (lac) 96  
Algérie 105  
Amazonie (fleuve) 39, 106  
Amazonie 18, 27, 41, 43, 59, 60, 71, 72, 73, 80, 101, 109, 110  
Andes 30, 31, 58, 74, 97, 101  
Argentine 64, 100
- Bam (lac) 146  
Bangladesh 63, 64, 89, 100  
Bénin (Dahomey) 17, 29, 34, 52, 73, 94, 102, 104  
Bolivie 30, 31, 80, 81, 89, 97, 100, 101, 130, 138,  
    *Altiplano* 31, 42, 58, 71  
    *Tipuani* 97  
Brésil 16, 18, 32, 40, 45, 58, 63, 64, 73, 74, 100, 105, 112, 127, 128, 138, 140, 146, 148  
    *Joao Pessoa* 64  
    *Manaus* 110  
    *Nordeste* 100, 112, 119, 148  
    *Salvador de Bahia* 64  
    *Sao Paulo* 64  
    *Val Jaguaribe* 100  
Burkina Faso (Haute-Volta) 21, 23, 38, 52, 58, 68, 73, 87, 97, 104, 111, 119, 121, 124, 125, 133, 137, 138, 139, 147, 148  
    *Bobo-Dioulasso* 17, 23, 67, 82, 93, 94, 102, 103, 139  
    *Ouagadougou* 29, 65, 146, 147  
    *Oudalan* 21, 147  
    *Oursi* 21, 119, 147
- Cameroun 17, 24, 25, 26, 27, 28, 34, 41, 45, 49, 51, 53, 58, 59, 60, 62, 64, 68, 73, 77, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 89, 95, 101, 102, 105, 108, 109, 111, 122, 124, 125, 128, 132, 136, 137, 138, 140, 145, 146  
    *Adamaoua* 48, 125  
    *Bamenda* 125  
    *Douala* 145  
    *Mbandjock* 51  
    *Maroua* 68, 77  
    *Vallée de la Vina* 95  
    *Yaoundé* 17, 26, 28, 64, 67, 77, 82, 83, 89, 95, 145, 146
- Canal du Mozambique 91  
Cap Vert 52, 116  
Caraïbes 61, 63, 114  
Casamance (fleuve) 37  
Chili 30, 31, 74, 100, 148  
Comores 54, 93, 127, 142  
Congo 25, 26, 34, 37, 41, 45, 49, 59, 61, 62, 72, 72, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 87, 89, 90, 96, 102, 111, 123, 124, 126, 129, 132, 137, 138, 140, 145  
    *Brazzaville* 28, 29, 50, 55, 67, 68, 71, 78, 79, 82, 90, 139, 145  
    *Kinkala* 145  
    *Pointe-Noire* 28, 46, 65, 88, 90, 91, 92, 133, 134, 140, 142  
    *Vallée du Niari* 34  
Congo (fleuve) 106  
Costa-Rica 100, 113  
Côte d'Ivoire 14, 16, 17, 18, 24, 25, 26, 28, 29, 34, 37, 38, 39, 41, 44, 50, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 91, 93, 94, 95, 96, 103, 104, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 118, 120, 121, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 137, 138, 140, 143, 145  
    *Abidjan* 16, 17, 26, 29, 37, 41, 43, 46, 63, 68, 90, 92, 93, 103, 115, 128, 134, 140, 142, 145  
    *Adiopodoumé* 14, 15, 16, 28, 29, 55, 56, 67, 68, 70, 71, 79, 80, 87, 112, 116  
    *Bouaké* 63, 77, 94, 104, 128  
    *Divo* 25, 113  
    *Forêt de Taï* 44  
    *Lagune Ebrié* 16, 17, 43, 104, 110  
    *Man* 25, 38, 113  
    *Odienné* 145  
    *Petit-Bassam* 29, 63, 65  
    *San Pedro* 38, 128  
    *Sinématali* 96
- Cuba 100, 113

- Egypte 77  
 Equateur 30, 31, 47, 63, 73, 74, 100,  
 121, 127, 128, 129, 146  
   *Quito* 26, 116, 135, 136, 146  
 Etats-Unis  
   *San Diego* 79  
 Ethiopie 24
- Fidji 47  
 France 23, 28, 32, 33, 35, 56, 61, 65, 80,  
 85, 88, 93, 99, 113  
   *Bondy* 14, 15, 28, 29, 32, 39, 54, 56,  
   64, 65, 66, 77, 85, 88, 99, 116  
   *Brest* 29, 33  
   *Montpellier* 15, 24, 25, 29, 30, 39, 53,  
   68, 74, 79, 80, 81, 85, 88, 90, 104, 112,  
   113, 117, 123, 130
- Gabon 28, 40, 52, 58, 59, 61, 72, 83, 87,  
 97, 132, 133, 145  
 Guadeloupe  
   *Pointe-à-Pitre* 99  
 Ghana 57, 94, 101, 104, 115  
 Golfe de Californie  
 Golfe de Guinée 37, 46, 70, 92, 109,  
 113, 114, 140, 142  
 Guatemala 100  
 Guinée 16, 43, 71, 94, 104, 126, 133, 138  
   *Conakry* 146  
 Guinée-Bissau 94  
 Guyane 18, 20, 22, 26, 27, 28, 32, 37,  
 40, 43, 44, 45, 52, 55, 56, 59, 60, 69, 71,  
 99, 108, 130, 138  
   *Cayenne* 28, 33, 55, 65, 72, 90, 99, 145
- Haïti 102  
 Haute-Volta (Burkina Faso) 17, 23, 28,  
 38, 49, 50, 57, 62, 67, 82, 84, 87, 93, 94,  
 132, 137, 140, 146, 147
- Inde 64, 84, 86, 100, 105, 112  
 Indonésie 19, 40, 45, 47, 88, 100, 101,  
 116, 118, 138  
   *Bali* 84  
   *Bornéo* 118  
   *Détroit de la Sonde* 19  
   *Java* 84, 101, 126  
   *Kalimantan* 84  
   *Madura* 84  
   *Sumatra* 84  
   *Sulawesi* 84
- Kenya 25, 83, 120  
   *Nairobi* 146
- Laos 100, 139  
   *Vientiane* 139  
 Liban 99
- Madagascar 14, 20, 24, 25, 26, 27, 28,  
 29, 32, 34, 37, 38, 40, 41, 46, 48, 54, 55,  
 56, 61, 68, 69, 72, 77, 84, 89, 90, 93, 95,  
 96, 98, 99, 101, 109, 127, 128, 129, 136,  
 140, 142, 145  
   *Antananarivo (Tananarive)* 29, 55, 71,  
   145  
   *Nosy Be* 28, 29, 36, 46, 70, 90, 142  
 Maghreb 27, 32, 35, 40, 63, 129  
 Machreck 35  
 Malaisie 39, 100  
 Mali 58, 73, 84, 86, 93, 94, 97, 104, 108,  
 111, 118, 119, 133, 139, 146  
   *Bamako* 29, 65, 139  
 Mamoré (fleuve) 71  
 Maroc 52, 98  
 Martinique 41  
   *Fort-de-France* 23, 53, 88, 99  
 Maurice 56, 93, 142  
 Mauritanie 74, 124, 146  
   *Chaîne des Mauritanides* 74  
   *Chaîne des Rockelides* 74  
 Mer de Corail 91  
 Mexique 24, 49, 52, 63, 64, 84, 100, 121,  
 127, 136, 146, 148  
   *Désert de Chihuahua* 148  
   *Morelos* 63  
   *Sonora* 63  
   *Veracruz* 136  
   *Yucatan* 63
- Nicaragua 100  
 Niger 23, 28, 50, 52, 60, 85, 93, 94, 101,  
 109, 111, 120, 121, 124, 125, 126, 134,  
 137, 140, 144, 146, 148  
   *Air* 60  
   *Désert du Ténéré* 60  
   *Maradi* 50, 139  
   *Massif de Termit* 60  
   *Niamey* 15, 23, 28, 29, 38, 65, 85,  
   119, 120, 144  
   *Vallée de l'Azawagh* 60, 61, 101  
 Niger (fleuve) 39, 106, 118, 119  
 Nigeria 116  
   *Lagos* 105, 146

Nouvelle-Calédonie 14, 19, 20, 26, 27, 32, 38, 40, 45, 47, 53, 55, 57, 61, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 79, 80, 93, 99, 107, 108, 109, 114, 130, 145

*Iles Loyauté* 20

*Nouméa* 19, 20, 28, 33, 47, 55, 65, 68, 72, 75, 76, 80, 90, 91, 99, 106, 116, 130, 134, 141, 142

Océan Atlantique 33, 46, 90, 91, 92, 109, 114, 134, 140, 141

Océan Indien 40, 46, 54, 55, 67, 90, 100, 114, 134, 142

Océan Pacifique 18, 19, 28, 32, 33, 40, 47, 48, 55, 56, 61, 65, 67, 75, 75, 90, 91, 92, 93, 98, 100, 106, 109, 110, 114, 115, 116, 134, 138, 140, 141

Ouganda 82, 83

*Busoga* 82

Pérou 30, 31, 47, 58, 74, 97, 100, 128, 138, 143, 145

*Lima* 145

Philippines 80, 88, 100, 116, 117

Polynésie française 45, 54, 56, 99, 106, 107, 142

*Archipel des Tuamotu* 106

*Atoll de Rangiroa* 54

*Iles Marquises* 68

*Pamataï* 92

*Papeete* 47, 65, 90, 99, 107, 142, 145

*Tahiti* 18, 54, 59, 60, 67, 92, 138, 143

Poopo (lac) 71

République Centrafricaine 17, 73, 140

*Bangui* 17, 28, 29, 65, 73, 92, 93, 145

Réunion 56, 93, 99, 116, 142

*Saint-Denis de la Réunion* 99

Rio Madeira (fleuve) 106

Rodrigues 56

Sahara 60, 102, 147, 148

Sahel 18, 21, 27, 40, 51, 52, 60, 72, 85, 100, 101, 103, 106, 111, 118, 119, 120, 124, 125, 131, 132, 137, 143, 146, 147

Sénégal 15, 17, 18, 27, 28, 29, 37, 38, 40, 41, 48, 52, 62, 63, 64, 72, 73, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 94, 101, 102, 105, 111,

116, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 134, 136, 137, 140, 146, 148

*Casamance* 111, 114, 126, 132

*Dakar* 17, 23, 29, 50, 65, 74, 84, 88, 118, 122, 131, 132, 134, 140, 142, 143

*Dakar-Hann* 28, 29

*Dakar-Thiaroye* 29, 46, 90

*Ferlo* 146

*Mbour* 28, 73, 92, 93, 118

*Niakhhar* 87

*Pikine* 50, 90, 139

*Richard-Toll* 29, 118

*Sine* 140

*Sine-Saloum* 48

*Vallée du Djiguinoum* 111, 112

Sénégal (fleuve) 39, 51, 95, 106, 109

Seychelles 56, 142

Sierra Leone 94

Singapour 64

Soudan 52, 85, 124

Tanzanie 25, 83

Tchad 29, 34, 83, 101, 124, 126, 146

*N'Djamena (Fort-Lamy)* 42, 67

Tchad (lac) 34, 40, 42, 70, 71, 100, 106, 110, 114, 119

Thaïlande 59, 64, 100, 121, 126, 138

Titicaca (lac) 42, 71, 101

Togo 17, 29, 34, 58, 62, 64, 73, 83, 87, 89, 90, 94, 95, 104, 111, 114, 121, 127, 133, 137, 138, 140, 145

*Lomé* 28, 67, 113

Tunisie 24, 52, 58, 83, 99, 105, 120, 145, 148

*Sfax* 24, 105

*Tunis* 65, 120

Vanuatu (Nouvelles-Hébrides) 56, 93, 126, 130, 142

*Port-Vila* 65

*Volcan de Matthew* 116

Venezuela 64, 105, 114, 126, 128, 138, 145

Vietnam 100

Volta (fleuve) 94, 109

Wallis 76

Zaire 52, 121

# Sigles

Amira	Amélioration des méthodes d'investigation en milieux informels et ruraux en Afrique, Amérique latine et Asie
Anvar	Agence nationale pour la valorisation de la recherche
Asecna	Agence pour la sécurité de la navigation aérienne
Austradec	Australie Kermadec
BIT	Bureau international du travail
CEE	Communauté économique européenne
Ceget	Centre d'études de géographie tropicale
Ceos	Climate and eastern ocean system project
CEPE	Centre d'études phytosociologiques et écologiques
CESD	Centre européen de formation des statisticiens économiques des pays en développement
Ceto	Centre d'études des traditions orales
CICTA	Commission internationale pour la conservation des thons Atlantique
CIEH	Comité inter-africain d'études hydrologiques
Cilss	Comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse au Sahel
Cimmyt	Centro internacional de mejoramento de maiz y trigo
Cineca	Cooperative investigations in the north eastern central Atlantic
Ciprea	Circulation et production à l'équateur Atlantique
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Cira	Centres internationaux de recherche agronomique
Cnexo	Centre national pour l'exploitation des océans (aujourd'hui Ifremer)
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
Coare	Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment
CTFT	Centre technique forestier tropical
Dial	Développement des investigations sur l'ajustement à long terme
DGRST	Direction Générale de la Recherche Scientifique et Technologique
Ecerex	Écologie-érosion-expérimentation
Ecofit	Changements globaux, écosystèmes, paléocosystèmes des forêts intertropicales
EDF	Électricité de France
Epsat	Estimation des pluies par satellite
Equalant	Productivité des eaux à l'équateur Atlantique
Eva	Évolution des arcs insulaires

Fac	Fonds d'aide et de coopération
FAO	Food and agriculture organization
Fed	Fonds européen pour le développement
FMI	Fonds monétaire international
Focal	Programme français océan et climat dans l'Atlantique équatorial
Gate	Global Atlantic Tropical Experiment
Geget	Centre de géographie tropicale
Geocit	Géodynamique du climat intertropical
Géolat	Géodynamique des formations latéritiques
Georstom	Géologie Orstom
Gerdat	Groupement d'études pour la recherche et le développement de l'agronomie tropicale (aujourd'hui Cirad)
Glasold	Global assessment of soil degradation
Hapex-Sahel	Hydrological and atmospheric pilot experiment in the Sahel
Harem	Halieutique et radar en méditerranée
HSIS	Hapex-Sahel information system
IBBA	Instituto boliviano de biologia de altura
IBPGR	International board for plants genetic resources
Icrisat	International crops research institute for the semi-arid tropics
Icsu	Conseil international des unions scientifiques
Idert	Institut d'enseignement et de recherches tropicales
Idessa	Institut des savanes
IEMVT	Institut d'élevage et de médecine vétérinaire pour les pays tropicaux
Ifan	Institut fondamental d'Afrique Noire
IFCC	Institut français du café et du cacao
IFP	Institut français des pétroles
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IITA	International Institute for Tropical Agriculture
Inag	Institut national d'astronomie et de géophysique
INPA	Instituto nacional de pequisas de Amazonia
Inra	Institut national de recherche agronomique
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Insu	Institut national des sciences de l'univers
IPG	Institut physique du globe
Irat	Institut de recherches agronomiques tropicales et de cultures vivrières (aujourd'hui Cirad)
Ircha	Institut national de recherche chimique appliquée
IRCT	Institut de recherches du coton et de textiles exotiques
IRHO	Institut de recherches pour les huiles et oléagineux
Irri	International Rice Research Institute
Isra	Institut sénégalais de recherche agronomique
JGFOS	Joint global flux ocean study
Lest	Laboratoire d'études des sols tropicaux

Lodyc	Laboratoire d'océanographie dynamique et de climatologie
LRGAPT	Laboratoire de recherches génétiques et amélioration des plantes tropicales
Mab	Man and biosphere
Mare d'Oursi	Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan
Mesires	Ministère de l'enseignement supérieur de l'enseignement scientifique, de l'informatique et de la recherche scientifique (Cameroun)
Mopa	Modélisation de la pêche artisanale au Sénégal
MSIRI	Mauritanian Sugar Industry Research Institute
OCCGE	Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies
OCEAC	Organisation de coordination pour la lutte contre les endémies en Afrique centrale
Ocisca	Observatoire du changement social et de l'innovation au Cameroun
OCP	Onchocerciasis control program
OMM	Organisation mondiale de la météorologie
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des nations unies
Orana	Organisation de recherche sur l'alimentation et la nutrition africaine
Orsc	Office de la recherche scientifique coloniale (aujourd'hui Orstom)
Orsom	Office de la recherche scientifique outre-mer (aujourd'hui Orstom)
Orstom	Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (aujourd'hui Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération)
PBI	Programme biologique international
PEGI	Programme sur l'environnement de la géosphère intertropicale
Phicab	Hydrologie et climatologie en Amazonie bolivienne
PIGB	Programme international géosphère-biosphère
Piral	Programme interdisciplinaire de recherches sur l'environnement dans l'Atlantique tropical
Pnud	Programme des nations unies pour le développement
RIO	Réseau intertropical d'ordinateurs
Somalac	Société malgache d'aménagement du lac Alaotra
Sudene	Superintendencia do desenvolvimento do Nordeste
Surtropac	Surveillance transocéanique du Pacifique
Toga	Tropical Ocean and Global Atmosphere
Udeac	Union douanière des Etats d'Afrique centrale
Unesco	Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture
Utis	Unité de traitement des images satellitaires
Woce	World Ocean Circulation Experience

# Où consulter les publications de l'Orstom ?

## A Paris

Depuis 1985, l'Orstom a ouvert au public dans les locaux de son siège (213, rue La Fayette, 75010 Paris) un centre de documentation et d'information, le Cedit. Le Cedit met à la disposition d'étudiants et de chercheurs une information scientifique générale relative aux pays du Sud (Afrique, Amérique latine, Asie et Pacifique) et à la thématique de leur développement. Le lecteur peut y consulter des documents sous plusieurs formes : livres, périodiques, dossiers de presse, vidéo-cassettes, microfiches et CD-Rom. Il peut également avoir accès à la base bibliographique Horizon qui recense l'ensemble des publications scientifiques réalisées par les chercheurs de l'Orstom depuis 1943.

Au siège de l'Institut est également ouverte une librairie diffusant les publications éditées par l'Orstom dans toutes les disciplines scientifiques (sciences de la terre, hydrologie, océanographie et hydrobiologie, sciences du monde végétal et animal, sciences humaines, sciences de l'ingénieur) sous différents supports : livres, revues, cartes et atlas, disques, cassettes audio et vidéo.

## En région parisienne et à Montpellier

En France, outre le Cedit, l'Orstom a créé deux centres de documentation ouverts aux étudiants et aux chercheurs : le premier situé au sein du centre Orstom de Bondy (72, route d'Aulnay, 93143 Bondy) est spécialisé dans les sciences de la terre et les sciences sociales ; le second implanté dans le centre Orstom de Montpellier (911, avenue d'Agropolis, 43032 Montpellier) est consacré aux sciences de l'eau et de la vie.

## A l'étranger et dans les Dom-Tom

Dans les pays du Sud, l'Orstom tient à la disposition du public treize centres de documentation associés à ses implantations.

**En Afrique** : à Dakar au Sénégal, à Yaoundé au Cameroun, à Ouagadougou au Burkina Faso, à Bamako au Mali, à Niamey au Niger, à Petit-Bassam en Côte d'Ivoire, à Bangui en République Centrafricaine, à Pointe-Noire au Congo et à Tunis en Tunisie.

**Dans le Pacifique** : à Port-Vila au Vanuatu.

**Dans les Dom-Tom** : à Cayenne en Guyane, à Nouméa en Nouvelle-Calédonie et à Papeete en Polynésie française.

Outre un fonds documentaire et différentes publications de l'Orstom, ces centres disposent de la base bibliographique Horizon accessible au public sur CD-Rom ou par serveur.

# Références bibliographiques

## Composantes et dynamiques des milieux terrestres et océaniques

- Anonyme, 1987.- *FOCAL-SEQUAL*, Special issue published by the American Geophysical Union, reprinted from J. Geophys. Res., Vol. 91 & 92.
- Baby (P.), Hérail (G.), Salinas (R.) & Sempere (T.), 1992. - Geometry and kinematic evolution of passive roof duplexes : examples from the foreland thrust system of the Subandean belt of Bolivia, *Tectonics*, 11, 3 : 523-536.
- Beauvais (A.), Dubois (J.) & Badri (A.), 1994. - Application d'une analyse fractale à l'étude morphométrique du tracé des cours d'eau : méthode de Richardson, *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, 318, sér.II: 219-255.
- Bonvalot (S.), 1990. - *Mesures gravimétriques en Guinée et en Sierra-Leone. Modélisation structurale et étude du comportement mécanique de la lithosphère. Etude d'une chaîne péricratonique, d'un bombement intraplaque et de marges transformantes*, Université de Paris VI, 356 p. (thèse de doctorat).
- Boulangé (B.) & Millot (G.), 1988. - La distribution des bauxites sur le craton ouest-africain, *Science Géologique*, 41, 1 : 113-123.
- Boulangé (B.), Melfi (A.) & Carvalho (A.), eds, 1994. - *Bauxite deposits of the Brazil*, sous presse.
- Brabant (P.), 1991. - *Les sols des forêts claires du Cameroun - Exemple d'étude d'un site représentatif en vue de la cartographie des sols et de l'évaluation des terres*, Paris, Orstom, 2 tomes, 530 et 278 p.
- Cadier (E.), 1993. - *Hydrologie des petits bassins versants du Nordeste brésilien semi-aride*, Paris, Orstom, Et. et Thèses, 400 p.
- Cahiers Orstom (sér.Pédologie), 1989-90. - *Spécial Erosion*, vol.XXV, n°1-2, 208 p.
- Carlier (G.), Grandin (G.), Laubacher (G.), Marocco (R.) & Mégard (F.), 1982. - Present knowledge of the magmatic evolution of the Eastern Cordillera of Peru, *Earth Science Review*, Vol.18 : 253-283.
- Chaperon (P.), Danloux (J.) & Ferry (L.), 1993. - *Fleuves et rivières de Madagascar*, Paris, Orstom, Monograph. Hydro. n°10, 874 p.
- Chevalier (P.), Claude (J.), Pouyau (B.) & Bernard (A.), 1985. - *Pluies et crues au Sahel. Hydrologie de la mare d'Oursi (Burkina Faso) (1976-1981)*, Paris, Orstom, Trav.et Doc.n°190, 251 p.
- Colin (F.), 1993. - Histoire de l'or dans l'altérosphère latéritique, *Colloques Sédimentologie et géochimie de la surface* de l'Académie des Sciences et du Cadas, Paris : 111-125.
- Collot (J.Y.), Lallemand (S.), Pelletier (B.), Eissen (J.P.), Glaçon (G.), Fisher (M.A.), Greene (H.G.), Boulain (J.), Daniel(J.) & Monzier (M.), 1992. - Geology of the d'Entrecasteaux-New Hebrides Arc collision zone : results from a deep submersible survey, *Tectonophysics*, 212 : 213-241.
- Dalmayrac (B.), Laubacher (G.) & Marocco (R.), 1980. - *Caractères généraux de l'évolution géologique des Andes Péruviennes*. Paris, Orstom, Trav. et Doc. N°122, 501 p.
- Delvigne (J.) & Stoops (G.), 1990. - Morphology of mineral weathering and neoformation. I: Weathering of most common silicates, *Soil Micromorphology*, L.A. Douglas Editor, Elsevier, : 471-481.
- Dorbath (C.), Dorbath (L.), Lepage (A.) & Gaulon (R.), 1993. - The West-African craton margin in Eastern Senegal : a seismological study, *Annales Geophysicae*, 1, 1 : 25-36.
- Dorbath (C.), Granet (M.), Poupinet (G.) & Martinez (C.), 1993. - Teleseismic study of the

Altiplano and the Eastern Cordilera in northern Bolivia : new constraints on a lithospheric model, *Journal of Geophysical Research*, vol.98, B6 : 9825-9844.

- Fritsch (J.M.), 1992. - *Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie des petits bassins versants*, Paris, Orstom, Et. et thèses, 392 p.
- Gérard (M.), 1993. - *Bassins d'arc et fossés arrière-arc dans un contexte de collision/subduction : l'arc des Nouvelles-Hébrides (Vanuatu). Hydrothermalisme, néogénèse et diagénèse d'une série volcano-sédimentaire*, Université Paris XI-Orsay, 509 p. (thèse de doctorat).
- Hisard (P.) & Merle (J.), 1991. - Océanographie physique et hydroclimatologie française dans le Pacifique, *Bull.Inst.Océanogr.*, vol.74 : 197-230.
- Maley (J.), 1991. - The African rain forest vegetation and paleoenvironments during the late Quaternary, *Climatic Change*, 19 : 79-98.
- Martin (D.), 1981. *Les sols du Gabon, pédogénèse, répartition, aptitudes*, Paris, Orstom, Notice explicative n°92, 2 cartes hors texte, carte pédologique et carte des ressources en sol, 1/2 000 000.
- Martinez (C.), 1980. - *Structure et évolution de la chaîne hercynienne et de la chaîne andine dans le Nord de la Cordillère des Andes en Bolivie*, Paris, Orstom, Trav. et Doc., n°119, 352 p.
- Mourguiart (P.), Wirmann (D.), Fournier (M.) & Servant (M.), 1992. - Reconstruction quantitative des niveaux du petit lac Titicaca au cours de l'holocène, *C.R. Ac. Sc. Paris*, 315, 2 : 875-880.
- Olivry (J.C.), 1986. - *Fleuves et rivières du Cameroun*, Paris, Mesres-Orstom, Mon. Hydro. n° 9, 734 p.
- Pédro (G.) & Kilian (J.), 1987. - *Sols et eaux. Acquis et perspectives de la recherche agronomique française en zone intertropicale*, Actes du séminaire tenu à la Banque Mondiale les 15 et 16 mai 1986, Paris, Orstom, 183 p.
- Pouyau (B.), 1986. - *Contribution à l'évaluation de l'évaporation de nappes d'eau libre en climat tropical sec*, Paris, Orstom, Et. et Thèses, 254 p.
- Régnier (M.), Chatelain (J.L.), Smalley (R.), Chiu (J.M.), Isacks (B.L.) & Araujo (M.), 1992. - Seismotectonics of Sierra Pie de Palo, a basement block uplift in the Andean Foreland of Argentina, *Bull.Seism.Soc.Am.*, 82, 6 : 2549-2571.
- Ribstein (P.), 1992. - *Modèles de crues et petits bassins versants au Sahel*, Paris, Orstom, Et. et Thèses, 318 p.
- Ritz (M.) & Robineau (B.), 1988. - Tectonic interpretation of electrical structures beneath the West African craton edge in Eastern Senegal, *Am. J. of Sc.*, vol.288 : 756-776.
- Robin (C.), Eissen (J.P.) & Monzier (M.), 1993. - Giant tuff cone and 12 km wide associated caldera at Ambrym Volcano (Vanuatu, New Hebrides Arc), *J. Volc. Geotherm. Res.*, 55 : 225-238.
- Roche (M.A.), 1980. - *Traçage naturel salin et isotopique des eaux du système hydrologique du Lac Tchad*, Paris, Orstom, Trav.et Doc. n°117, 390 p.
- Rodier (J.), 1975. - *Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain*, Paris, Orstom, Trav.et Doc. n°46, 122 p.
- Ségalen (P.), 1994. - *Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique*, Paris, Orstom, tome 1 : 198 p., tomes 2 et 3 en préparation.
- Sircoulon (J.), 1976. - Les données hydropluviométriques de la sécheresse récente en Afrique intertropicale. Comparaisons avec les sécheresses «1913» et «1940», *Cah. Orstom Sér. Hydrol.*, vol.XIII, n°2 : 75-174.

## Mise en valeur et préservation des écosystèmes et de leurs ressources

- Alexandre (D.Y.), 1992. - La survie des forêts tropicales, *La Recherche*, 244 : 692-702
- Carmouze (J.P.), Durand (J.R.) & Lévêque (C.), 1983. - *Lake Chad. Ecology and productivity of a shallow tropical ecosystem*, Monogr. Biologicae 53, The Hague, Junk Publ., 575 p.
- Charrier (A.), 1982. - L'amélioration génétique des cafés, *La Recherche*, 13, 136 : 1006-1016.
- Claude (J.), Grouzis (M.) & Milleville (P.), eds., 1991. - *Un espace sahélien. La mare d'Oursi. Burkina Faso*, Paris, Orstom, 241 p., 3 cartes.

- Cury (P.) & Roy (C.), eds, 1991. - *Pêcheries ouest-africaines : variabilité, instabilité et changements*, Paris, Orstom, 525 p.
- Dejoux (C.), 1994. - Le lac Titicaca, *La Recherche*, 263 : 276-284
- Dessier (A.) & Donguy (J.R.), 1987. - Response to El Niño signals of the epiplanctonic copepods population in the Eastern Tropical Pacific, *J.Geophys.Res.*, n°92, C 13 : L4 393-L4 403.
- Durand (J.R.) & Lévêque (C.) eds, 1980. - *Flore et faune aquatique de l'Afrique soudano-sahélienne*, Paris, Orstom, Init.Doc.Tech., N°44 et 45, 2 vol., 873 p.
- Durand (J.R.), Lemoalle (J.) & Weber (J.), eds., 1991. - *La recherche face à la pêche artisanale*, Symposium international Orstom-Ifremer, Montpellier, 3-7 juillet 1989, Orstom, Paris, Coll.et Sém., 2 vol., 1070 p.
- Durand (J.R.), Dufour (P.), Guiral (D.) & Zabi (G.F.), éd. sc., 1994. - *Environnement et ressources aquatiques en Côte d'Ivoire*, II : Les milieux lagunaires, Paris, Orstom, 547 p.
- Dupuy (N.), Detrez (C.), Neyra (M.), de Lajudie (P.) & Dreyfus (B.), 1991. - Les acacias fixateurs d'azote du Sahel, *La Recherche*, 233 : 802-804.
- Dreyfus (B.), Garcia (J.L.) & Gillis (M.), 1988. - Characterisation of *Azorhizobium caulinanigans* gen. nov. sp. nov., a stem-nodulating nitrogen-fixing bacterium isolated from *Sesbania rostrata*, *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 38 : 89-98.
- Eldin (M.) & Milleville (P.), eds, 1989. *Le risque en agriculture*, Paris, Orstom, A travers champs, 620 p.
- Fonteneau (A.) & Marcille (J.), eds., 1988. - *Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est*, FAO, Rome, Doc. Techn. Pêches, N°292, 391 p.
- Garcia (J.L.), 1990. - Taxonomy and ecology of methanogens, *FEMS Microbiol. Rev.*, 87 : 297-308.
- Garcia (S.) & Le Reste (L.), 1981. - *Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes penaeides côtières*, FAO, Rome, Doc.Tech.Pêches, N°203, 210 p.
- Hamon (S.), éd., 1993. - *Le mil en Afrique - Diversité génétique et agrophysiologie : potentialités et contraintes pour l'amélioration génétique et l'agriculture*, Paris, Orstom, Coll.et Sém., 284 p.
- Herbland (A.), Le Borgne (R.), Le Bouteiller (A.) & Voituriez (B.), 1983. - Structure hydrologique et production primaire dans l'Atlantique tropical oriental, *Océanogr.Trop.*, Vol. 18, 2 : 249-293.
- Intès (A.), Charpy-Roubaud (C.), Charpy (L.), Lemasson (L.) & Morize (E.), 1990. - *Les lagons d'atolls en Polynésie française : bilan des travaux du programme «ATOLL» (1981-1987)*, Orstom, Tahiti, Notes et Doc.Océanogr., 43, 136 p.
- Intès (A.), Caillart (B.), Charpy (L.), Charpy-Roubaud (C.), Lemasson (L.) & Morize (E.), 1994. - *TIKEHAU, an atoll of the Tuamotu Archipelago (French Polynesia)*, Atoll Research Bulletin, Smithsonian Institution, (sous presse).
- Le Floc'h (E.), Grouzis (M.), Cornet (A.) & Bille (J.C.), eds., 1992. - *L'aridité : une contrainte au développement. Caractérisation, réponses biologiques, stratégie des sociétés*, Paris, Orstom, Didactiques, 598 p.
- Legand (M.), Bourret (P.), Fourmanoir (P.), Grandperrin (R.), Guérédrat (J.A.), Michel (A.), Rancurel (P.), Repelin (R.) & Roger (C.), 1972. - Relations trophiques et distributions verticales en milieu pélagique dans l'océan Pacifique intertropical, *Cah.Orstom, Sér. Océanogr.*, Vol. 10, 4 : 303-393.
- Le Loeuff (P.), Marchal (E.) & Amon Kothias (J.B.), eds, 1993. - *Environnement et ressources aquatiques en Côte d'Ivoire. I : Le milieu marin*, Paris, Orstom, 588 p.
- Léna (P.), 1991. - *L'Amazonie, la recherche, le développement*, Cayenne, CRESTIG, 23 p
- Roussos (S.), Raimbault (M.), Prébois (J.P.) & Lonsane (B.K.), 1993. - Zymotis, a large scale solid state fermenter : design and evaluation, *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 42 : 37-52.
- Pernès (J.), éd., 1984. - *Génétique des plantes*, Paris, ACCT, T.I : Monographies, T.II : Manuel, 657 p.
- Savary (S.), éd., 1991. - *Approches de la pathologie des cultures tropicales*, Paris, Karthala-Orstom, 288 p.

- Serpantié (G.) & Floret (C.), eds, 1993. - *La jachère en Afrique de l'ouest*, Paris, Orstom, Coll. et Sém., 494 p., 2 cartes.
- White (D.), éd., 1986. - *La végétation de l'Afrique*, Paris, Orstom-Unesco, 384 p., cartes (3 coupures).

## Santé

- Abel (L.), Cot (M.), Mulder (L.), Carnevale (P.) & Feingold (J.), 1992. - Segregation analysis detects a major gene controlling infection levels in human malaria, *Am. J. Hum. Genet.*, 50 : 1308-1317.
- Anonyme, 1982. - *Médecines et santé*, Cahiers Orstom, Sér. Sc. Hum., vol. XVIII, 4 : 403-592
- Authié (E.), Cuisance (D.), Force-Barge (P.), Frézil (J.L.), Gouteux (J.P.), Jannin (J.) Lancien (J.), Laveissière (C.), Lemesre (J.L.), Mathieu-Daude (F.), Nitcheman (S.), Noireau (F.), Penchenier (L.), Tibayrenc (M.) & Truc (P.), 1991. - Some new prospects in epidemiology and fight against human african trypanosomiasis, *Rev. in Parasitol.*, 51 (1-4) : 29-46.
- Boulanger (D.), Trottein (F.), Mauny (F.), Brémond (P.), Couret (D.), Pierce (R.J.), Kadri (S.), Godin (C.), Sellin (E.), Lecocq (J.P.), Sellin (B.) & Capron (A.), 1994. - Vaccination of goats against the trematode *Schistosoma bovis* with a recombinant homologous schistosoma-derived glutathione S-transférase, *Parasite Immunology* (sous presse).
- Bénéfice (E.) & Simondon (K.), 1993. - Agricultural development and nutrition among rural populations : a case study of the middle valey in Senegal, *Ecol. Food Nutri.*, 31 : 45-66.
- Brénière (S.F.), Bosséno (M.F.), Revollo (S.), Rivera (M.T.) & Tibayrenc (M.), 1992. - Direct identification of *Trypanosoma cruzi* natural clones in vectors and host blood by PCR technique, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 46 (3) : 335-341.
- Brunet-Jailly (J.), éd., 1993. - *Se soigner au Mali : Une contribution des Sciences Sociales. Hommage à Claude Pairault*, Paris, Karthala-Orstom, 344 p.
- Cordellier (R.), 1978. - *Les vecteurs potentiels sauvages dans l'épidémiologie de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest*, Paris, Orstom, Trav. et Doc., 258 p.
- Cot (M.), Roisin (A.), Barro (D.), Yada (A.), Verhave (P.), Carnevale (P.) & Bréart (G.), 1992. - Effect of chloroquine chemoprophylaxis during pregnancy on birth weight : results of a randomized trial, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 46 (1) : 21-27.
- Cornu (A.), Delpeuch (F.), Simondon (F.), Goma (I.) Massamba (J.P.), Tchibindat (F.) & Bailey (K.V.), 1991. - Enquête nutritionnelle en République du Congo : résultats de l'enquête nationale réalisée en 1987, *Bull. OMS*, 69 (5) : 561-571.
- Fleurentin (J.), Cabalion (P.), Mazars (G.), Dos Santos (J.) & Younos (C.), eds., 1991. - Ethnopharmacologie. *Sources, méthodes, objectifs*, Premier colloque européen d'ethnopharmacologie (Metz, 23-25 mars 1990), Paris, Orstom, Coll. et Sém., 493 p.
- Gonzalez (J.P.), Le Gueno (B.), Somé (J.R.) & Akakpo (J.A.), 1993. - Serological evidence suggesting an heterologous Phlebovirus circulation in a RVF enzootic area from Burkina Faso, *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 86 (6) : 680-682.
- Grenand (P.), Moretti (C.) & Jacquemin (H.), 1987. - *Pharmacopées traditionnelles en Guyane*, Paris, Orstom, Mémoires n° 108, 570 p., 49 pl.
- Herder (S.), Bellec (C.), Meredith (S.) & Cuny (G.), 1994. - Genomic fingerprinting of *Onchocerca* species using random amplified polymorphic DNA, *Trop. Med. Parasitol.*, 44.
- Hervy (J.P.), Garulli (F.), Brunhes (J.) & Geoffroy (B.), 1994. - *Entomologie médicale et diversité du vivant ou un demi-siècle de descriptions d'espèces nouvelles*, Paris, Orstom, 92 p. (sous presse).
- Hougard (J.M.) & Back (C.), 1992. - Perspectives on the bacterial Control of Vectors in the tropics, *Parasitol. Today*, 8 (11) : 364-366.
- Hougard (J.M.), Mbentengam (R.), Lochouarn (L.), Escaffre (H.), Darriet (F.), Barbazan (P.) & Quillévéré (D.), 1993. - Lutte contre *Culex quinquefasciatus* par *Bacillus sphaericus* : résultats d'une campagne pilote dans une grande agglomération urbaine d'Afrique équatoriale, *Bull. OMS*, 71 (3) : 367-375.
- Laveissière (C.) & Hervouët (J.P.), 1991. - *Trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest : épi-*

démiologie et contrôle. Paris, Orstom, Didactiques, 157 p.

- Prod'hon (J.), Boussinesq (M.), Fobi (G.), Prud'hom (J.M.), Enyong (P.), Lafleur (C.) & Quillévéré (D.), 1991. - Lutte contre l'onchocercose par ivermectine : résultats d'une campagne de masse au Nord-Cameroun, *Bull. OMS*, 69 : 443-450.
- Tchuinkam (T.), Mulder (L.), Dechering (K.), Verhave (J.P.), Cot (M.), Carnevale (P.), Meuwissen (J.) & Robert (V.), 1993. - Experimental infections of *Anopheles gambiae* with *Plasmodium falciparum* of naturally infected gametocyte carriers in Cameroon : factors influencing to mosquitoes. *Trop. Med. Parasitol.*, 44 : 271-276.
- Tibayrenc (M.) & Ayala (F.J.), 1991. - Towards a population genetics of microorganisms : the clonal theory of parasitic protozoa. *Parasitol. Today*, 7 (9) : 228-232.
- Trape (J.F.), Lefèbvre-Zante (E.), Legros (F.), Druilhe (P.), Rogier (C.), Bouganéli (H.) & Salem (G.), 1993. - Malaria morbidity among children exposed to low seasonal transmission in Dakar, Senegal, and its implications for malaria control in tropical Africa. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 48 (6) : 748-756.

### Sociétés, économies et cultures

- Agier (M.), éd., 1987. - *Travail et identité dans les villes du Tiers-Monde*, Cah. Sc. Hum., Vol 23, n°1-2, 338 p.
- Ancey (G.), Dozon (J.P.), Cabanes (R.), Charmes (J.), Gastellu (J.M.), Martin (J.Y.), Rocheteau (G.), Robineau (C.), Schlemmer (B.) & Weber (J.), 1977. - *Essais sur la reproduction de formations sociales dominées* (Cameroun, Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Sénégal, Madagascar, Polynésie), Paris, Orstom, Trav. et Doc., 192 p.
- Anonyme, 1979. - *Maîtrise de l'espace agraire et développement. Logique paysanne et rationalité technique*, Actes du colloque de Ouagadougou (4-8 déc.1978), CNRST-Orstom, Mémoires n°89, 600 p.
- Balandier (G.), 1955. - *Sociologie actuelle de l'Afrique noire*, Paris, PUF, 510 p.
- Barreteau (D.) & Tourneux (H.), éd., 1990. - *Relations inter ethniques et culture matérielle dans le bassin du Lac Tchad*, Actes du 3è colloque Mega Tchad, Paris, Orstom, Coll. et Sémin., 266 p.
- Bernus (E.) & Pouillon (F.), éd., 1990. - *Sociétés pastorales et développement*, Paris, Orstom, Cah. Sc. Hum., vol. 26, n°1-2.
- Courade (G.) & Peltre-Wurtz (J.), éd., 1991. - *La sécurité alimentaire à l'heure du néo-libéralisme*, Paris Orstom, Cah. Sc. Hum., vol. 27, n°162.
- Cabanes (R.), Copans (J.) & Sélim (M.), eds, 1994. *Les tropiques du travail*, Paris, Karthala-Orstom, (sous presse).
- Dupon (J.F.), coord., 1993. - *Atlas de la Polynésie Française*, Paris, Orstom, 112 pl., 272 p.
- Dupré (G.), éd., 1991. - *Savoirs paysans et développement*, Paris, Karthala-Orstom, 524 p.
- Fiérloux (M.), Lombard (J.) & Kambou-Ferrand (J.M.), éd., 1993. - *Images d'Afrique et Sciences sociales. Les pays lobi, birifor et dagara*, Paris, Karthala-Orstom, 567 p.
- Gastellu (J.M.), éd., 1987. - *Systèmes de production agricole en Afrique tropicale*, Cah. Sc. Hum., n° 23, 3-4 : 343-602.
- J.D.O., 1984. - *La mortalité des enfants dans les pays en développement*, Cah. Orstom, Sér. Sc. Hum., vol. XX, n°2 : 141-330
- Livenais (P.) & Vaugelade (J.), éd., 1993. - *Education, changements démographiques et développement*, Paris, Orstom, 237 p.
- Maximy de (R.) et Souris (M.), coord., 1993. - *Atlas infographique de Quito. Socio-dynamique de l'espace et politique urbaine*, Orstom-IGM-IPGH, édition bilingue (espagnol/français), 41 pl., 297 p.
- Marliac (A.), Çd., 1994. - *Milieus, sociétés et archéologie*, Paris, Karthala-Orstom, (sous presse).
- Quesnel (A.) & Vimard (P.), éd., 1991. - *Migration, changements sociaux et développement*, Paris, Orstom, Coll. et Sémin., 338 p.
- Robineau (C.), éd., 1992. - *Les terrains du développement. Approche pluridisciplinaire des économies du Sud*, Paris, Orstom, Didactiques, 279 p.
- Vallin (J.), éd., 1994. - *Population africaine et SIDA*, Paris, La Découverte (sous presse).

## Histoire, organisation et missions de l'Orstom

- AAAS, 1991. *Science in Africa. Achievements and Prospects*, A symposium at the 1991 AAAS Annual Meeting, Washington, D.C., 155 p.
- AAAS, 1992. - *Science in Africa. Setting Research Priorities*, A symposium at the 1992 AAAS Annual Meeting, Washington, D.C., 65 p.
- Anonyme, 1988. - *Science et développement*, Mondes en développement, n°64, 234 p.
- Anonyme, 1992. - *Démocratisation, économie et développement : la place de l'enseignement supérieur*, Montréal, Aupelf-Uref, Prospectives francophones, 2 vol.
- Anonyme, 1959. - *La recherche scientifique et technique et le développement africain*, Actes du colloque d'Abidjan-Dakar (14-20 XII 1959), CNRS - Institut Supérieur d'Abidjan, 427 p.
- Anonyme, 1992. - *Les conditions d'une recherche durable en Afrique au Sud du Sahara*, Actes du Forum des partenaires (9-10-11 sept.1991), Paris, Orstom, 288 p.
- Association Henri Laugier, 1979. - *Découverte et innovation scientifiques au service du Tiers-Monde*, Colloque Henri Laugier, Revue Tiers-Monde, T.XX, n°78, 438 p.
- Berque (J.), 1983. - *Recherche et coopération avec le Tiers-Monde*, Paris, La Documentation française, 121 p.
- Bonneuil (C.), 1991. - *Des savants pour l'Empire. La structuration des recherches scientifiques coloniales au temps de la mise en valeur des colonies françaises 1917-1945*, Paris, Orstom, Et. et Thèses, 125 p.
- Bouguerra (M.L.), 1993. - *La recherche contre le Tiers-Monde*, Paris, PUF.
- Gleizes (M.), 1985. - *Un regard sur l'ORSTOM 1943-1983*, Paris, Orstom, 122 p.
- Halary (C.), - *Les exilés du savoir*, Paris, l'Harmattan, 302 p.
- I.I.A.P., 1988. - *Les choix stratégiques d'une politique de recherche pour le développement*, Actes du séminaire du 22-26 sept. 1986, Paris, IIAP, 85 p.
- Ministère des Affaires Etrangères, 1979. - *Pour le développement. Sciences et techniques françaises*, 2ème conférence des Nations-Unies pour la Science et la Technique au service du développement, Vienne, MAE, 173 p.
- Ministère de la Coopération, Service des études et des questions internationales, 1978. *La coopération scientifique et technique entre la France et les pays d'Afrique noire et de l'Océan Indien*, Et.et Doc., n°34, 80 p.
- Winter (G.), 1990. - *ORSTOM, le projet d'établissement*, Paris, Orstom, 36 p.

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	p. 3
<b>L'Orstom</b>	
• L'Orstom dans le monde	p. 6
• La démarche de l'Orstom	p. 8
<b>Mode d'emploi du dictionnaire</b>	p. 9
<b>Sommaire des articles</b>	
• Sommaire alphabétique	p. 10
• Sommaire thématique	p. 12
<b>Articles</b>	p. 14
<b>Annexes</b>	
• Index thématique	p. 149
• Index géographique	p. 154
• Sigles	p. 157
• Où consulter les publications de l'Orstom ?	p. 160
• Références bibliographiques	p. 161

Réaliser l'inventaire de ce qu'ont étudié, produit et découvert en un demi-siècle les quelque cinq mille chercheurs qui ont travaillé au sein de l'Orstom, Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, créé il y a cinquante ans, telle est l'ambition de Sciences au Sud.

Passionnant pour le profane autant qu'utile aux spécialistes, ce dictionnaire s'attache, dans un style clair et simple, à rendre compte de l'immense diversité du champ scientifique couvert depuis 1944 par l'Orstom dans une soixantaine de pays de la zone tropicale, en Afrique, en Amérique latine et en Asie, dans les océans Indien, Pacifique et Atlantique.

Composé de cent un articles classés par ordre alphabétique, enrichi d'une bibliographie et illustré d'une centaine de photos, cet ouvrage a été conçu pour être d'une grande facilité d'utilisation. Plusieurs sommaires et index détaillés permettent au lecteur de repérer rapidement le thème de son choix et ainsi de balayer, au gré des pages, des sujets aussi variés que les gisements minéraux, les climats océaniques, l'érosion des sols, le paludisme, les ressources génétiques végétales, les stratégies de développement ou le secteur informel.

Destiné à commémorer le cinquantenaire de l'Institut, cet ouvrage devrait contribuer à l'édification d'une mémoire collective à l'Orstom. Plus largement, par le témoignage qu'il apporte, il devrait éclairer un pan de l'histoire de la recherche scientifique pour le développement des pays du Sud et ainsi être utile aux générations futures.



L'Institut	213, rue
français	La Fayette
de recherche	75010 Paris
scientifique	téléphone :
pour le	(1) 48 03 77 77
développement	télécopieur :
en coopération	(1) 48 03 08 29