

la vie des Sciences

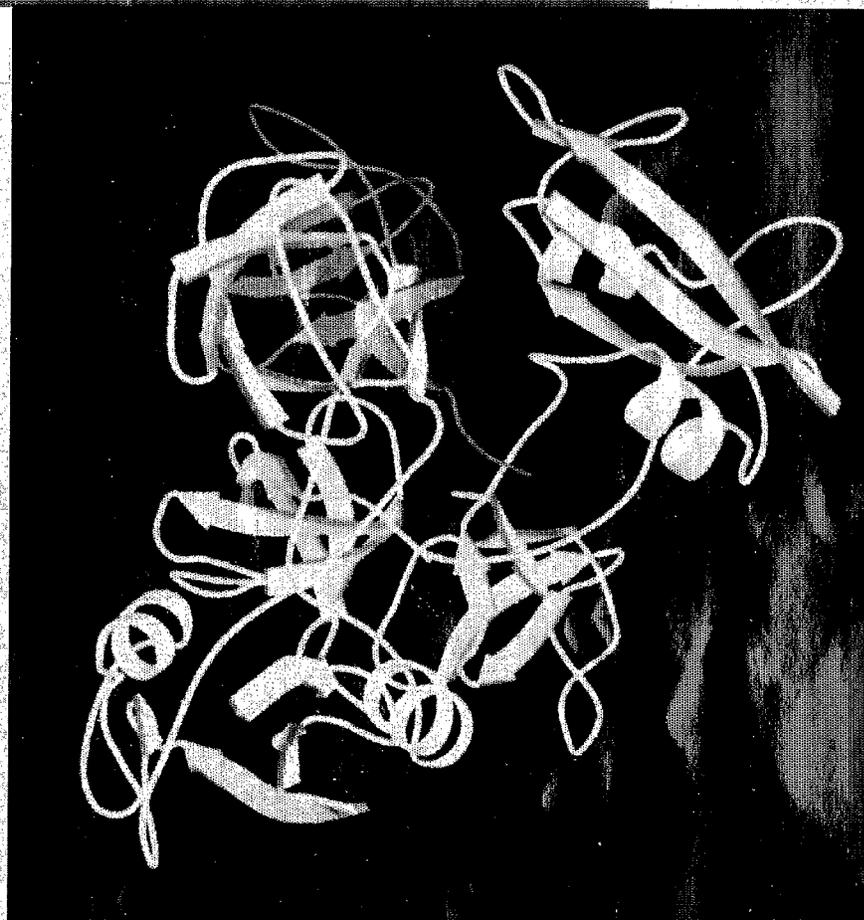
REVUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

TOME 12-N°3-1995

**Recherche
et développement
en télécommunications**

**Cinquantième
anniversaire
du Commissariat
à l'Énergie Atomique**

**Les coques
élastiques minces**



gauthier-villars

la vie des Sciences

Rédaction

Directeurs de la Publication

PAUL GERMAIN,
FRANÇOIS GROS,
*Secrétaires Perpétuels
de l'Académie des Sciences*

Rédacteur en chef

THIERRY MONTMERLE

Rédacteur adjoint

DANIEL REYSS

Secrétariat de Rédaction

JACK BLACHÈRE,
SANDRINE AUGER

Comité éditorial

BERNARD CERVELLE,
ARLETTE NOUGAREDE,
GEORGES PÉDRO,
JEANINE RENS,
MICHEL WINTENBERGER.

Comité de Rédaction

G. BLAUDIN DE THÉ,
D. BLONDEL,
P. CARO,
Y. COPPENS,
CL. DEBRU,
CH. DEMEULENAERE-DOUYERE,
J. DERCOURT,
P. DUGAC,
P. G. DE GENNES,
D. JÉROME,
J. KOVALEVSKY,
M. LÉRIDON,
D. MANSUY,
R. MOREAU,
CH. PILET,
J. P. POIRIER,
E. SANCHEZ-PALENCIA,
G. SLODZIAN,
PH. TAQUET,
J. P. THIÉRY,
A. THOMAS.

Edition

GAUTHIER-VILLARS Éditeur
15, rue Gossin
F-92543 Montrouge Cedex
Tél. : (33-1) 40 92 65 00
Fax : (33-1) 40 92 65 97

Net service :

<http://www.gauthier-villars.fr>

Coordination éditoriale et fabrication

L. Vitot et J.-F. Timmel

Maquette

Andréas Streiff

Imprimerie

Gauthier-Villars
1, boulevard Ney
75018 Paris

Publicité

Gauthier-Villars
15, rue Gossin
F-92543 Montrouge Cedex
Tél. : (33-1) 40 92 65 00
Fax : (33-1) 40 92 65 97

Abonnements

SPES (Société
de Périodiques Spécialisés)
BP 22
41354 Vineuil Cedex, France
Tél. : (33-16) 54 43 89 94
Fax : (33-16) 54 42 31 11

La revue *La Vie des Sciences* est imprimée et diffusée par Gauthier-Villars, société anonyme, constituée pour 99 ans, au capital de 3 089 600 F. Siège social, 17, rue Rémy Dumoncel - 75014 Paris. P.D.G. : Jean Lissarrague. Actionnaire : Bordas S.A. (99,8 % des parts).

Revue de l'Académie des Sciences
23, quai de Conti
75006 Paris
Tél. : 44 41 43 78
Fax : 44 41 44 21

Tarifs

La Vie des Sciences
(4 n^{os} + 1 hors série)
1995

Particuliers

France	300 FF
Export	340 FF

Institutions

France	495 FF
Export	530 FF

Étudiants

France	200 FF
Export	240 FF

Prix de vente au numéro : 120 FF

Publication indexée
dans la base de données
Pascal

© Académie des Sciences, Paris, 1995
Tous droits réservés

ISSN 0762-0969
Commission paritaire : 66025

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. La loi du 11 mars 1957 n'autorise, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, que les copies et les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective d'une part, et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration.



Cinquante ans d'expérience sur les milieux tropicaux

Tome 12, 1995
n° 3, p. 277-287

G. Winter * et Ch. Lévêque **

* Directeur Général de l'ORSTOM

** Délégué pour l'environnement
de l'ORSTOM. 213, rue La Fayette,
75480 Paris Cedex 10

L'ORSTOM, autrefois l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer, maintenant connu sous le nom d'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, est un organisme qui a une longue tradition de recherche sous les tropiques puisqu'il a fêté son cinquantenaire en 1994. Si l'on examine avec un peu de recul l'activité et la production scientifique de l'ORSTOM depuis sa création, on est frappé à la fois par la continuité des activités et l'enrichissement progressif de la démarche scientifique de l'Institut, suivant en cela l'évolution des idées et des outils dont pouvaient disposer les chercheurs en activité sous les tropiques. Il n'y a pas discontinuité mais élargissement et approfondissement du champ de recherche pour répondre à des problématiques renouvelées et à des missions institutionnelles qui, elles aussi, ont évolué.

De l'époque des inventaires à celle du développement durable

POUR LA SIMPLICITÉ de la présentation on peut distinguer trois grandes périodes dans la vie de l'ORSTOM :

- la période des **inventaires, des descriptions et des monographies** qui fut celle des

débuts de l'Institut, sachant qu'un certain nombre d'activités relevant de ce domaine se poursuivent encore de nos jours à l'intérieur de la ceinture intertropicale ;

- la période de la valorisation des connaissances qui coïncida avec l'indépendance des États africains et le souci des tutelles ministérielles de voir utiliser les travaux de l'ORSTOM pour élaborer des plans de développement ;

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B*5801 Ex:1

277

Fonds Documentaire ORSTOM



010005801

– nous sommes entrés enfin, depuis le milieu des années 1980, dans une période où l'on a pris conscience des liaisons dangereuses entre **développement et environnement**. L'accroissement démographique, la surexploitation des ressources naturelles, les interdépendances de plus en plus fortes entre le Nord et le Sud de la planète, conduisent à rechercher des formes de développement plus solidaires et plus économes, plus compréhensives des relations existant entre les milieux dits naturels et les sociétés qui les habitent.

Figure 1 Malade atteint de l'onchocercose (cécité des rivières) en Afrique de l'Ouest.



Cette prise de conscience, politique et scientifique, s'exprima plus ou moins confusément sous le concept de développement durable au sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992. L'ORSTOM était naturellement tout à fait préparé à cette nouvelle approche du monde tropical par sa connaissance fine, pluridisciplinaire et longue des milieux tropicaux et surtout par les liens de collaboration patiemment tissés avec les scientifiques des pays du sud.

Ces investissements successifs sont tous d'actualité et font la diversité et la richesse de l'ORSTOM. Il faut toujours décrire et inventorier ; il faut toujours remonter à la compréhension des mécanismes fondamentaux qui régissent l'évolution conjointe des milieux et des sociétés, il faut toujours valoriser en retour les ressources, et il faut désormais le faire en préservant l'avenir à long terme.

De ces exigences est née une démarche scientifique singulière qui part de la demande sociale, s'appuie sur des données de première main, souvent pluridisciplinaires, se souciant au moins autant de la formulation des questions et des modes de valorisation que de la nature des supports de publication. Trois exemples peuvent illustrer cette démarche. Le premier concerne un problème de santé (l'onchocercose), le second une ressource naturelle (les poissons), le troisième un problème agricole (la fertilité des sols).

La lutte contre l'onchocercose

L'ONCHOCERCOSE humaine est une maladie parasitaire largement répandue en savane en Afrique intertropicale. Elle est due à un ver, la filaire *Onchocerca volvulus*, qui se développe dans le tissu cutané et émet durant la plus grande partie de sa vie (estimée à 10 ans) des embryons ou microfilières qui provoquent des démangeaisons. Ces microfilières peuvent envahir les yeux, causant des lésions et, au stade ultime, une cécité irréversible (cécité des rivières) chez les individus adultes des populations les plus exposées (fig. 1). Au début des années 1970 et sans prendre en compte le Nigéria, on esti-

mait à environ 2 millions le nombre d'onchocerciens en Afrique de l'Ouest soit environ 1/10^e de la population. Cette filariose est transmise par un petit Diptère, la simulie (*Simulium damnosum*), dont les stades larvaires aquatiques se développent dans des zones de courant rapide. En piquant les personnes infestées pour se nourrir de sang, la simulie ingère des microfilaries qui se transforment en larves infestantes à l'intérieur du vecteur. Lors d'une autre piqûre ces microfilaries sont ensuite inoculées à l'homme chez qui elles se transforment en vers adultes.

Dès 1954 les entomologistes médicaux de l'ORSTOM commencèrent à se préoccuper de cette maladie qui suscitait l'exode de villages entiers, les hommes évitant les vallées pourtant fertiles où elle sévissait. Outre l'impact sur la santé, l'onchocercose était donc également un obstacle au développement économique.

Les premières recherches menées dans les principaux foyers d'Afrique de l'Ouest (Burkina-Faso, Mali, Côte d'Ivoire) portèrent sur la biologie et l'écologie de l'insecte vecteur. Les entomologistes évaluèrent la durée du cycle larvaire (7 à 10 jours selon les conditions climatiques), précisèrent la répartition saisonnière des gîtes larvaires le long des différents types de rivières, ainsi que les distances de vol et les lieux de repos des adultes (Le Berre, 1968 ; Bellec, 1984).

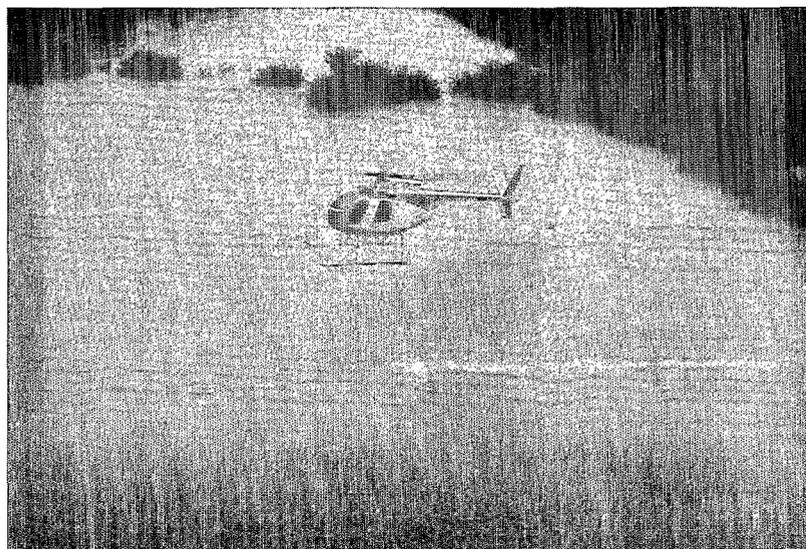
Ils contribuèrent également à une meilleure connaissance de l'épidémiologie de la maladie, montrant que la densité des vecteurs, leurs capacités vectrices et l'intensité de la transmission, variaient selon les saisons et les grands types de milieux (forêt, savane sèche, savane humide). Ils établirent également une méthode de calcul et de prédiction des risques et de la gravité de la transmission (Philippon, 1977). En particulier, des études sur la génétique des simulies (Quillévére, 1979; Vajime & Quillévére, 1978) permirent de montrer que l'espèce *Simulium damnosum* était en réalité un complexe d'espèces jumelles, identiques morphologiquement, mais ayant des comportements différents, certaines étant plus anthropophiles, d'autres plus zoophiles, certaines se rencontrant de préférence dans les zones de

savane sèche, d'autres dans les zones forestières. Ces recherches en biologie des populations du vecteur, réalisées au début des années 1970, permirent de progresser considérablement dans la compréhension de l'épidémiologie comparée de la maladie.

On savait par ailleurs que les vers adultes peuvent vivre jusqu'à 20 ans dans le corps humain, et donc produire très longtemps des microfilaries infestantes ingérées par les simulies lors d'un repas de sang. En l'absence de médicament pour traiter la maladie par des campagnes de masse, les chercheurs de l'Institut recherchèrent les moyens de juguler l'endémie. Pour lutter contre le vecteur, ils démontrèrent que la technique la plus efficace était la destruction des gîtes larvaires de simulies en utilisant des insecticides.

Ils réalisèrent à titre expérimental des essais sur quelques foyers d'onchocercose du Burkina-Faso, du nord de la Côte d'Ivoire et du Mali ; les résultats furent suffisamment concluants pour convaincre l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la Banque Mondiale, et plusieurs bailleurs de fonds, qu'il était possible de contrôler l'onchocercose à grande échelle. Ce fut l'origine d'un vaste programme régional qui débuta en 1974 et s'étendit à sept puis douze pays ouest africains : le programme de lutte contre l'onchocercose connu mondialement sous les initiales de son nom anglais : OCP (Onchocerciasis Control Programme).

Figure 2 Utilisation d'un hélicoptère pour les épandages d'insecticides anti-simulidiens dans les rivières d'Afrique de l'Ouest (photo Philippon).



La mise en place de ce programme OCP, initié par les travaux préliminaires et prospectifs des chercheurs de l'ORSTOM, fut réalisé par l'OMS avec le concours de la Banque Mondiale qui gère les fonds recueillis auprès d'une vingtaine de donateurs. Ce programme nécessita la mise en place de moyens sans précédent, avec l'utilisation d'avions et d'hélicoptères pour des épandages hebdomadaires d'insecticides dans quelques 20 000 km de rivières (fig. 2).

Le travail des chercheurs de l'Institut prit alors une nouvelle ampleur, mobilisant non seulement les entomologistes médicaux, mais aussi hydrologues et hydrobiologistes.

Ce sont les entomologistes médicaux qui ont dirigé les opérations tout en poursuivant activement les recherches épidémiologiques ; ils s'illustrèrent également dans la recherche, la sélection et la stratégie d'application d'insecticides opérationnels actifs au moindre coût contre les larves de stimules (Hougard *et al.*, 1993).

Les hydrobiologistes, pour répondre aux inquiétudes manifestées devant le danger que pourraient représenter des déversements répétés et importants d'insecticides dans les rivières, mirent en place un programme de surveillance de l'environnement aquatique, établissant les protocoles, et formant des équipes nationales pour assurer cette surveillance (Lévêque *et al.*, 1988 ; Yaméogo *et al.*, 1988). Ils mirent également au point des tests

de terrain pour évaluer l'impact des insecticides sur la faune non-cible (Dejoux, 1975).

Les travaux des hydrologues de l'ORSTOM et leur bonne connaissance des régimes hydrologiques des rivières à traiter, ont permis de planifier les campagnes d'épandage. Pour éviter les sous- et les surdosages, et améliorer l'efficacité des traitements insecticides, les hydrologues ont conçu de nouveaux limnigraphes dotés d'une mémoire électronique, capables de transmettre via les satellites *Argos* et *Météosat*, une information sur les débits immédiatement accessible, permettant le réajustement immédiat des tactiques opératoires (Pouyaud & Le Barbe, 1987) (fig. 3).

Dans le même temps les médecins et parasitologues de l'ORSTOM ont joué un rôle déterminant dans les études de faisabilité et la mise au point des protocoles pour l'utilisation en campagne de masse d'un médicament (l'ivermectine) qui désormais seconde ou remplace la lutte antivectorielle (Prod'hon *et al.*, 1991).

Enfin, les travaux des géographes de la santé de l'ORSTOM ont mis en évidence l'apport bénéfique des opérations sur la mise en valeur des vallées assainies (Paris, 1983).

Ainsi que l'a reconnu l'OMS, c'est en grande partie grâce aux travaux des chercheurs de l'Institut que le Programme de Lutte contre l'Onchocercose est une réussite exemplaire. Quatre millions d'enfants nés depuis 1974 ne sont plus exposés aux risques de l'onchocercose. De nouveaux villages sont créés, de nouvelles terres (15 millions d'hectares) peuvent être cultivées. Mais, chaque médaille ayant son revers, on commence à s'émouvoir des conséquences sur l'environnement des défrichements intensifs le long des fleuves...

Upwellings côtiers et ressources marines

LES UPWELLINGS côtiers sont des remontées le long du plateau continental d'eaux profondes froides et riches en éléments nutritifs qui permettent le développement d'une production biologique considérable (Herbland *et al.*, 1983 ; Voituriez &

Figure 3 Station hydro-pluviométrique télétransmise sur la rivière Bani (Mali) (photo B. Pouyaud).



Herbland, 1982). C'est un processus physique résultant de l'action du vent qui met en mouvement les couches superficielles de l'océan le long des côtes et les déplace vers le large, entraînant en réaction un flux vertical le long du plateau continental pour compenser le déséquilibre à la côte. Il en résulte la formation d'un fort gradient de température depuis la côte vers le large. Sur la façade atlantique de l'Afrique de l'Ouest, les alizés qui ont une direction sensiblement parallèle à la côte sont à l'origine des upwellings permanents ou saisonniers qui se développent le long des côtes du golfe de Guinée jusqu'en Mauritanie (Roy, 1991).

Les chercheurs de l'ORSTOM se sont attachés dès les années 1950 à décrire ce phénomène le long des côtes d'Afrique occidentale, plus particulièrement dans le golfe de Guinée avec le programme CIPREA lancé en 1978 en collaboration avec le CNRS et le Centre National d'Exploitation des Océans (CNEXO). Les composantes physiques et chimiques des upwellings se sont révélées très variables d'une région à une autre, et génèrent des structures et des dynamiques particulières (Roy, 1991).

Or les ressources pélagiques côtières telles que les sardines, les anchois, les sardinelles, colonisent principalement les zones d'upwellings qui sont les zones les plus productives de l'océan. Alors qu'elles ne représentent qu'une infime partie de la superficie totale des océans, près de 40 % des captures de poissons sont réalisées dans ces régions.

Les spécialistes des pêches ont observé la très grande variabilité des populations de poissons exploitées dans les upwellings côtiers : à des périodes pléthoriques succèdent des périodes où la ressource se fait rare et disparaît. Cette incertitude amène à s'interroger sur les mécanismes responsables de la variabilité observée, et donc sur la nature des relations entre la dynamique des stocks et leur environnement.

Le programme régional Pêche et Climat mené par l'ORSTOM et ses partenaires africains à la fin des années 1980 a permis de mieux comprendre les interactions entre les variations de la ressource et les fluctuations des upwellings côtiers le long des côtes atlantiques (Cury & Roy, 1991). Il fait l'objet de col-

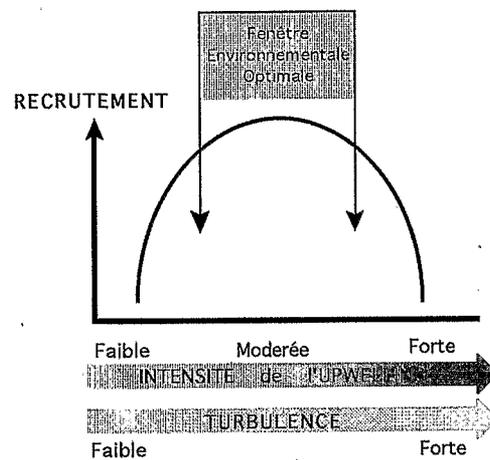


Figure 4 Le concept de fenêtre environnementale : les facteurs déterminants (Cury et Roy, 1989).

laborations entre océanographes physiciens, biologistes et spécialistes de la pêche. Des études menées conjointement sur les côtes du Pérou, de Californie, du Chili, de la côte Ouest africaine, et d'Afrique du Sud, ont permis de cerner les mécanismes en jeu.

Le résultat essentiel est la mise en évidence de l'existence d'une « fenêtre environnementale optimale » (fig. 4) qui favorise le développement des larves de poissons pélagiques (Cury & Roy, 1989). Il existe en effet une relation entre le succès de la reproduction et l'intensité du vent qui engendre l'upwelling (fig. 5) : lorsqu'elle est voisine de 5

Figure 5 Validation du concept de fenêtre environnementale dans quatre zones d'upwellings.

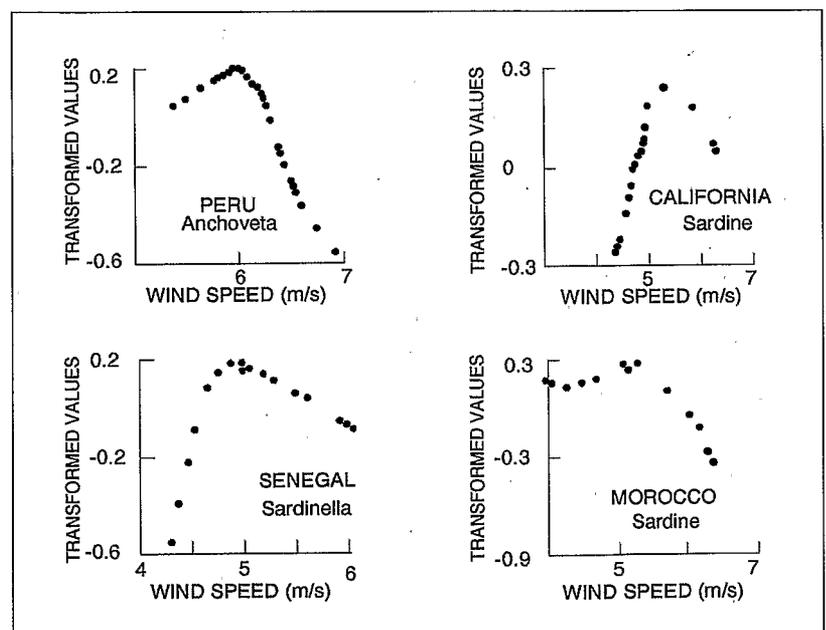




Figure 6 Séchage du poisson dans le port de Kayar (Sénégal) (photo Y. Paris).

à 6 mètres par seconde, l'intensité du vent est optimale. En-dessous de cette valeur, l'upwelling n'est pas suffisamment établi, le développement et la survie des poissons pélagiques sont limités par le manque de nourriture. Au-delà de cette limite, la mer commence à moutonner et les turbulences désagrègent et détruisent les essaims de larves et de plancton. On comprend ainsi que les fluctuations environnementales ont un impact majeur sur la survie des larves et déterminent en grande partie le niveau des captures futures (fig. 6).

Aujourd'hui, l'ORSTOM est l'un des maîtres d'œuvre du programme international CEOS qui vise à déterminer les effets des changements climatiques sur les écosystèmes des upwellings côtiers et sur les activités humaines qui s'y rattachent.

Désormais, les observations satellitaires permettent de suivre la dynamique des upwellings grâce au suivi de l'évolution des températures de surface.

Potentialité des sols

EN RAISON de la pression démographique les paysans ont recours dans de nombreuses régions du monde à des procédés cultureux qui épuisent la terre. Sur les terrains défrichés, la matière organique disparaît progressivement, l'activité biologique se réduit, et les sols perdent de leur fertilité. L'étude des sols, support de la production agricole, et la recherche de modes de gestion qui permettent de préserver ou restaurer leur fertilité, sont donc actuellement des enjeux majeurs.

Les sols des régions tropicales étaient très mal connus lorsque les premiers pédologues de l'Institut commencèrent leurs recherches dans les années 1950. Leur premier objectif fut donc de dresser un inventaire général des sols, et de les cartographier à différentes échelles. Ces recherches exploratoires se poursuivirent jusqu'au début des années 1970, et permirent d'établir une classification des grands types de sols, que ce soit en Afrique de l'Ouest ou dans les îles du Pacifique.

Cette période descriptive s'est logiquement poursuivie dans les années 1970 par des recherches sur les facteurs régissant l'évolution des sols, qu'il s'agisse de l'altération des roches mères ou des dynamiques induites par les transferts d'eau et de matière en fonction du modelé.

Plus récemment, les pédologues ont développé des recherches sur le fonctionnement biologique des sols, et notamment sur les cycles biochimiques et l'activité biologique (écologie microbienne, faune des sols). Ils entendent répondre ainsi à la nécessité de trouver des systèmes de culture permettant une meilleure conservation des potentialités,

et trouver des méthodes de réhabilitation des sols dégradés.

On présentera très brièvement deux aspects des recherches où, du fait des approches multidisciplinaires, l'apport de l'ORSTOM a été particulièrement significatif.

L'état de surface

Avec les besoins croissants en eau pour l'agriculture, il devenait nécessaire de mieux connaître et de quantifier les divers paramètres influant sur le cycle de l'eau dans les sols. Or, en cherchant à établir des relations entre les apports en eau par la pluie et les débits des rivières, les hydrologues avaient mis en évidence de forts ruissellements en forêt tropicale, qu'un rapide examen des sols ne pouvait pas laisser prévoir. Les mêmes phénomènes furent observés au Sahel. Il ne suffit donc pas que l'eau arrive avec la pluie pour reconstituer les réserves et être utile à la végétation. Il faut encore qu'elle s'infilte dans les sols, mais la classification morphogénétique des sols ne prenait pas assez en compte leurs caractéristiques hydrodynamiques. En réalité ce sont les réorganisations superficielles qui limitent considérablement l'infiltration, favorisant l'érosion et le ruissellement.

Les pédologues se sont donc penchés sur les processus de l'infiltration à la surface des sols, en commençant d'abord par des observations en milieu naturel où l'on s'aperçut rapidement que la dispersion des résultats ne permettait pas d'aboutir à des conclusions acceptables. Pour étudier ces processus, en limitant les aléas liés à l'évaluation en milieu naturel, les chercheurs de l'Institut ont alors mis au point un simulateur de pluie permettant d'étudier expérimentalement les réactions du sol aux précipitations (Casenave, 1982). Ils ont montré le rôle prépondérant des caractéristiques de surface sur l'infiltrabilité, au premier rang desquelles se classent le couvert végétal, l'activité faunique, le micro-relief et le type de croûte (Collinet & Valentin, 1979). C'est ce dernier point qui constitue le résultat essentiel.

On s'est aperçu que la pluie en désagrégeant les mottes de sols, produisait une très mince pellicule superficielle, de quelques millimètres seulement, qui colmatait les interstices

entre les agrégats et rendait le sol pratiquement imperméable. Ce phénomène s'est révélé beaucoup plus important et généralisé qu'on ne s'y attendait. Il explique les forts ruissellements observés sur les sols cultivés comme sur les sols non cultivés. Les pédologues de l'ORSTOM ont même observé des dunes de sable ne renfermant que 5 % d'argile, qui avaient un coefficient de ruissellement de 80 %.

Sur la base de ces quatre facteurs majeurs, ils ont bâti, pour toute l'Afrique de l'Ouest, une typologie, en 11 catégories, des états de surface des sols. En zone de savane sèche par exemple, 3 variables (% de couvert végétal, activité faunique et réorganisations de surface) suffisent à expliquer significativement le coefficient d'infiltration (Chevalier & Valentin, 1984). En zone subdésertique, ce sont les seules réorganisations superficielles qui conditionnent l'infiltrabilité.

Ce concept d'état de surface qui met en évidence le rôle prépondérant joué par les caractéristiques physiques des premiers centimètres du sol, s'est révélé très utile pour diagnostiquer rapidement les caractéristiques hydrodynamiques des sols. L'utilisateur, après examen de terrain et utilisation de photos aériennes ou de données satellitaires, peut en effet estimer avec une bonne sécurité les coefficients d'infiltration et de ruissellement, pour plusieurs conditions d'humidité préalable des sols et diverses hauteurs de pluies (Casenave & Valentin, 1989).

Bel exemple aussi de collaboration entre hydrologues et pédologues, ceux-ci ayant enfin répondu aux questions des hydrologues dont les études sur les bassins versants butaient sur la prise en compte de la nature des sols.

Plantes fixatrices d'azote

L'AZOTE est avec l'eau le principal facteur limitant de la production végétale. Or de nombreux sols tropicaux sont pauvres en azote, notamment ceux du Sahel érodés par la sécheresse ou une agriculture intensive. Pour obtenir des hauts rendements, il faudrait apporter des doses élevées d'engrais azotés, ce qui est coûteux et polluant. Les ressources des agriculteurs ne leur permettant pas d'acheter des engrais le plus souvent

importés, une alternative élégante réside dans l'emploi de plantes capables d'utiliser l'azote atmosphérique grâce à leur capacité à vivre en symbiose avec des micro-organismes fixateurs de l'azote gazeux (Dreyfus & Dommergues, 1981).

Le laboratoire de microbiologie des sols de Dakar, en collaboration avec l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA), s'est intéressé à la question, et les chercheurs de l'Institut ont découvert en 1979 que les excroissances (nodules caulinaires) provoquées par une bactérie (*Azorhizobium*) sur les

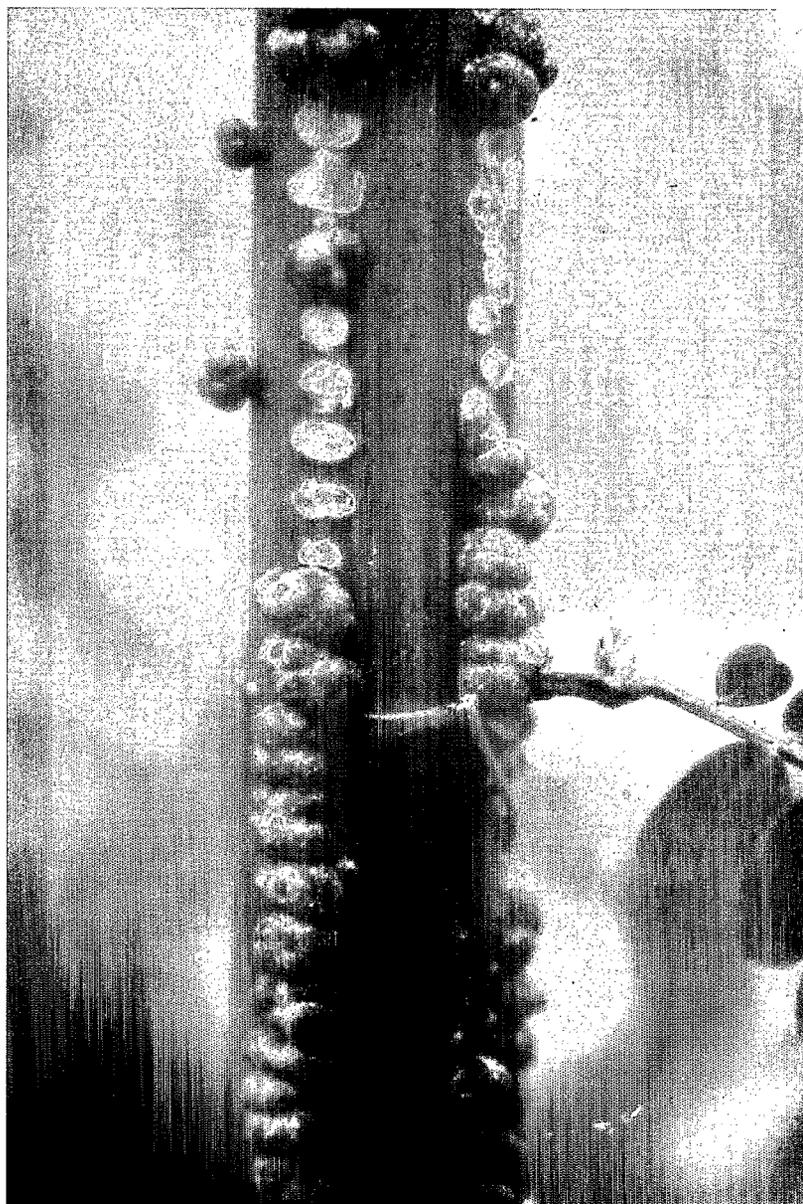
tiges de la légumineuse *Sesbania rostrata* (fig. 7) importée d'Extrême Orient, possédaient la faculté de fixer l'azote atmosphérique en quantités importantes (Dommergues *et al.*, 1985 ; Dreyfus *et al.*, 1988). Les résultats obtenus après plusieurs années d'expérience au champ montrent que *Sesbania* est un engrais vert tout à fait exceptionnel. Dans des rizières de Casamance, son enfouissement dans le sol permet de doubler la production de riz, et équivaut à un apport de près de 100 kg d'engrais azoté à l'hectare.

En ce qui concerne les légumineuses ligneuses, les chercheurs de l'Institut ont découvert très récemment l'existence de bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium*) associées, en profondeur dans le sol, aux racines d'*Acacia albida* adultes : c'est à 35 m de profondeur en effet, au niveau de la nappe phréatique, que les bactéries sont les plus abondantes (Dupuy & Dreyfus, 1992). L'*Acacia albida* (fig. 8), espèce appréciée mais menacée, a été choisie comme espèce prioritaire pour l'agroforesterie des régions sahéliennes, dans le cadre d'un programme associant plusieurs laboratoires français et africains. Mais en raison de la forte variabilité de sa capacité à fixer l'azote selon les individus, il est nécessaire de pouvoir multiplier les individus les plus performants grâce aux techniques de culture *in vitro*, au clonage, et à la multiplication végétative (Dupuy *et al.*, 1991).

Les racines de l'*Acacia senegal* sont également capables de fixer l'azote en association avec des *Rhizobium*. Cet arbre présente un grand intérêt en raison de sa production de gomme, mais il résiste également au sel et à la sécheresse, et peut contribuer à améliorer les propriétés physico-chimiques des sols.

Des recherches ont également été réalisées sur les plantes non-légumineuses associées à une autre bactérie symbiotique, l'actinomycète *Frankia* connu pour former des nodules fixateurs d'azote sur les racines de plus de 160 plantes hôtes différentes. Du fait de leur faible exigence nutritionnelle en azote du sol, les arbres actinorhiziens (symbiose avec *Frankia*) sont utilisés comme plantes pionnières pour régénérer des sols pauvres en azote tels que dunes, sols érodés ou surexploités. C'est ainsi que le filao

Figure 7 Nodules sur les tiges de *Sesbania rostrata* (photo Dreyfus).



(*Casuarina*) a donné des résultats spectaculaires au Sénégal pour la fixation des dunes mobiles côtières et en Egypte pour la reconquête du désert. Des études sont en cours pour mieux connaître la biologie des *Frankia*.

Les chercheurs de l'Institut ont également découvert pour la première fois l'existence de nodules aériens fixateurs d'azote, en plus des nodules racinaires, sur le tronc d'un arbre (*Casuarina*) de l'île de la Réunion (Prin *et al.*, 1991). Cette découverte ouvre de nouvelles perspectives sur les symbioses fixatrices d'azote, et sur l'utilisation d'arbres porteurs de nodules aériens dans des systèmes agro-forestiers (cultures associées) ou dans le cadre d'opérations de restauration des sols.

Le laboratoire de Microbiologie des sols du centre ORSTOM/ISRA de Dakar, ainsi que le laboratoire commun ISRA/ORSTOM des Biotechnologies végétales, inauguré en 1992, ont fait appel aux technologies les plus récentes en génétique et en culture *in vitro* pour assurer la sélection des micro-organismes et des plantes.

Pour un développement durable

NOTRE PLANÈTE continue de se transformer comme si elle était sans limite de ressources naturelles et les développements contraires du Nord et du Sud se trouvent pris au piège d'un environnement unique.

Aujourd'hui les problèmes de population, de santé, d'emploi doivent être abordés conjointement par les scientifiques du Nord et du Sud, de même que ceux de l'environnement et des ressources naturelles. Le climat, l'air, les eaux, les gènes, les parasites, les emplois sont en effet reconnus comme des déterminants sans frontière de la vie d'aujourd'hui et de demain, autant que les échanges de biens et de services ou d'informations. L'unité conflictuelle de l'humanité s'est faite jour. La notion de « niche écologique » a éclaté ces dernières années sous la forme d'une mise en demeure, au double sens du terme : reconnaissance de cette unique demeure qu'est pour l'humanité la Planète Terre, mise en demeure de trouver

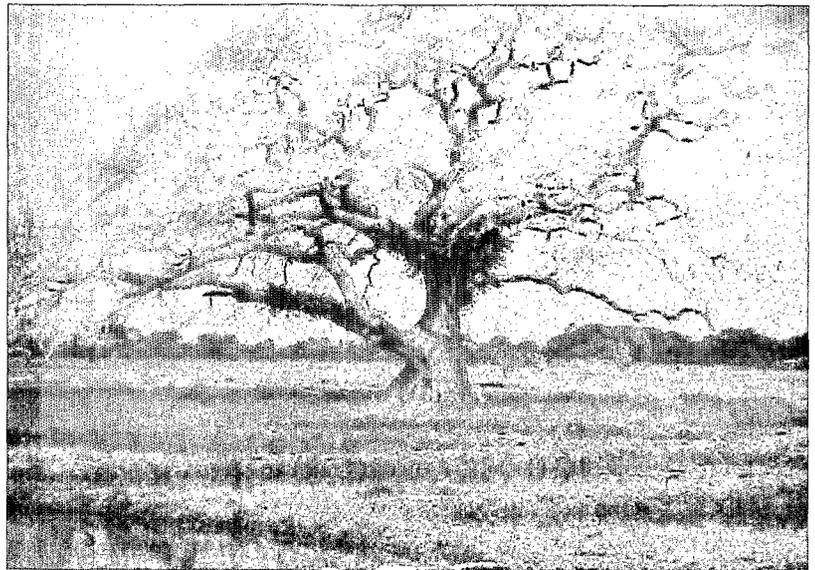


Figure 8 *Acacia albida* adulte dans une rizière de Casamance (photo Dreyfus).

un mode de cohabitation durable. La conférence de Rio en 1992 fut la grand-messe de cet accouchement avec douleur. Le couple Environnement-Développement concerne chacun, et le concernera de plus en plus.

La nouveauté vient du fait que cette prise de conscience a émergé non pas à l'initiative des politiques ou des philosophes mais des scientifiques : physiciens de l'atmosphère, chimistes, biologistes... du Nord. Or on s'aperçoit que la science ne peut contribuer du ciel (par satellites), d'en haut (par commandement) ou du Nord seulement à veiller à l'habitabilité du monde de demain.

Deux conditions sont indispensables à cette veille et à la prise de décision correspondante. Il faut tout d'abord accroître les connaissances sur les milieux et les sociétés en zone intertropicale puisque celle-ci est le siège des plus fortes pressions naturelles et sociales. Il faut ensuite promouvoir au Sud et spécialement dans les pays les plus démunis, des communautés scientifiques d'experts en ces domaines, seuls à même de convaincre leurs gouvernements de contribuer à cette politique globale en préservant leurs intérêts à long terme. Ces deux conditions impliquent une science sans frontières de disciplines, de continents ou de laboratoires.

Voilà justement ce que fait, de fait, l'ORSTOM depuis 50 ans. Il contribue ainsi, de manière singulière, au développement durable de la planète Terre, notre espace.

Références

- Bellec C., 1984, Les techniques et méthodes de récoltes des adultes des espèces du complexe *Simulium damnosum*. Application à l'échantillonnage, la biologie et l'écologie des vecteurs, l'épidémiologie de l'onchocercose et la lutte anti-vectorielle, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris Sud, 310 p.
- Casenave A., 1982, Le minisimulateur de pluie. Conditions d'utilisation et principes de l'interprétation des mesures, *Cahiers ORSTOM, série Hydrologie*, 19, 207-227.
- Casenave A. et Valentin C., 1989, *Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration*, Collections Didactiques, ORSTOM, Paris, 229 p.
- Chevalier P. et Valentin C., 1984, Influence des micro-organismes pelliculaires superficielles sur l'infiltrabilité d'un type de sol sahélien, *Bulletin du GFHN*, 17, 9-22.
- Collinet J. et Valentin C., 1979, Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques, *Cahiers ORSTOM, série Pédologie*, 17, 283-328.
- Cury P. et Roy C. (Eds.), 1991, *Pêcheries ouest africaines : variabilité, instabilité et changements*, ORSTOM, Paris, 525 p.
- Cury P. et Roy C., 1989, Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46, 670-680.
- Dejoux C., 1975, Nouvelle technique pour tester *in situ* l'impact de pesticides sur la faune aquatique non-cible, *Cahiers ORSTOM, série Entomologie médicale et Parasitologie*, 13, 75-80.
- Dommergues Y., Dreyfus B. et Diem H.G., 1985, Fixation de l'azote et agriculture tropicale, *La Recherche* 46, 21-31.
- Dreyfus B. et Dommergues Y., 1981, Non-inhibition de la fixation d'azote atmosphérique par l'azote combiné chez une légumineuse à nodules caulinaires, *Sesbania rostrata*. *C.R. Acad. Sci.*, 291, 767-770.
- Dreyfus B., Garcia J.L. et Gillis M., 1988, Characterization of *Azorhizobium caulinodans* gen. nov. sp. nov., a stem-nodulating nitrogen-fixing bacterium isolated from *Sesbania rostrata*. *International Journal of Systematic bacteriology*, 38, 89-98.
- Dupuy N., Détrez C., Neyra M., de Lajudie P. et Dreyfus B., 1991, Les acacias fixateurs d'azote du Sahel, *La Recherche*, 223, 802-804.
- Dupuy N.C. et Dreyfus B.L., 1992, Bradyrhizobium populations occur in deep soil under the leguminous tree *Acacia albida*. *Applied and Environmental Microbiology*, 58, 2415-2419.
- Herbland A., Le Borgne R., Le Bouteiller A. et Voituriez B., 1983, Structure hydrologique et production primaire dans l'Atlantique tropical orientale, *Océanographie Tropical*, 18, 149-193.
- Hougard J.M., Poudiougou P., Guillet P., Back C., Akpoboua L.K.B. et Quillévéré D., 1993, Criteria for the selection of larvicides by the Onchocerciasis Control Programme in West Africa, *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 87, 435-442.
- Le Berre R., 1968, Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae), *Mémoires ORSTOM*, n° 17, 204 p.
- Lévêque C., Fairhurst C.P., Abban K., Paugy D., Durtis M.S. et Traore K., 1988, Onchocerciasis control programme in West Africa: ten years monitoring of fish population, *Chemosphere*, 17, 421-440.
- Paris F., 1983, L'occupation des vallées de la Bougouriba et de la Volta noire. Dynamique de l'habitat et des cultures depuis 1974. Internal OCP Report, 18 pp., 7 maps.
- Philippon B., 1977, Etude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique tropical, *Travaux et Documents ORSTOM*, n° 63, 308 p.
- Philippon B., Remme J.H., Walsh J.F., Guillet P. et Zerbo D.G., 1990, Entomological results of vector control in the onchocerciasis control programme, *Acta Leidensia*, 59, 79-94.
- Pouyaud B. et Le Barbe L., 1987, Onchocercose, hydrologie et télétransmission, *Water for the future: Hydrology in perspective*, IAHS Publ., 164, 239-244.
- Prin Y., Duhoux E., Kodja H., Dommergues Y., Le Roux C. et Roederer Y., 1991, Les Casuarinas à nodules aériens, *Bois et Forêts des tropiques*, 229, 61-66.
- Prod'hom J., Boussinesq M., Fobi G., Prud'hom J.M., Enyong P., Lafleur C. et Quillévéré D., 1991, Campagne de masse contre l'onchocercose par chimiothérapie (Ivermectine) au nord Cameroun, *Bull. Organisation Mondiale de la Santé*, 69, 4.
- Quillévéré D., 1979, Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectrices des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire), *Travaux et Documents ORSTOM*, n° 109, 296 p.
- Roy C., 1991, Les upwellings: le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines, pp. 38-66 In Cury P. et Roy C. (Eds.), *Pêcheries ouest africaines: variabilité, instabilité et changements*, ORSTOM, Paris, 525 p.

- Vajime C.G. et Quillévéré D., 1978, The distribution of the *Simulium (Edwardsellum) damnosum* complex in West Africa with particular reference to the Onchocerciasis Control Programme area. *Tropenmed. Paras.*, 29, 473-482.
- Voituriez B. et Herbland A., 1982, Comparaison des systèmes productifs de l'Atlantique Tropical-est : dômes thermiques, upwelling côtier et upwelling équatorial. *Rapp. P.-v. Réunion. Cons. int. Explor. Mer*, 180, 114-130.
- Yaméogo L., Lévêque, Traore K. et Fairhurst C.P., 1988, Dix ans de surveillance de la faune aquatique des rivières d'Afrique de l'Ouest traitées contre les simulies (Diptera, Simuliidae) agents vecteurs de l'onchocercose humaine, *Naturaliste canadien (Rev. Ecol. Syst.)*, 115, 287-298.



Sommaire

Tome 12
n° 3, 1995

	Image et science	198
	Éditorial	199
	POLITIQUE SCIENTIFIQUE	
Entretien	L'université aujourd'hui J. Friedel (propos recueillis par S. Deligeorges)	201
Article	Recherche et développement en télécommunications M. Fenevrol	207
	ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE	
Articles	Le contrôle de la germination des semences par l'environnement gazeux F. Corbineau	223
	Surfaces et coques élastiques minces : problèmes et défis E. Sanchez-Palencia	239
	SCIENCE, CULTURE, SOCIÉTÉ	
Articles	Cinquantième anniversaire du Commissariat à l'Énergie Atomique R. Dautray	259
	Cinquante ans d'expérience sur les milieux tropicaux G. Winter et Ch. Lévêque	277 — ORS
	LIVRES	
Article	Un demi-siècle de nucléaire en Belgique. Témoignages par P. Strohl	289
Analyse	Histoire du développement de la biologie par P. E. Pilet	299

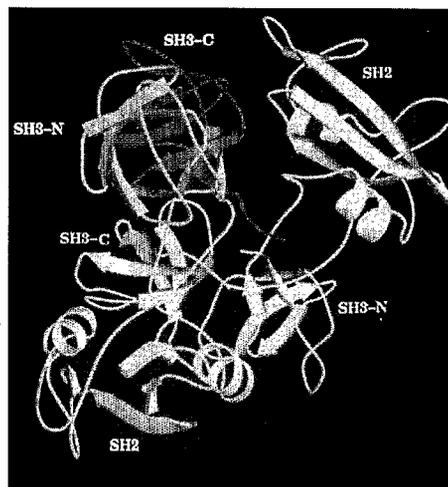
Errata : Dans le n° 2/95 de la Vie des Sciences :

p. 161, 1^{re} colonne, dernière ligne, il faut lire « taux de croissance » et non « taux de fécondité » ;

p. 164 (fig. 3), il faut lire cliché Magnum et non cliché Gamma.



Image et science



Structure d'un adaptateur moléculaire, la protéine Grb2 - Cliché Sébastien Maignan, laboratoire de biologie structurale, CNRS, 1, avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette.

LA DIFFRACTION des rayons X sur les monocristaux de protéine permet, après traitement informatique, d'obtenir les coordonnées tridimensionnelles de ses atomes constitutifs. La structure de la protéine peut alors être étudiée dans le détail, ce qui permet de répondre à des questions sur son mode d'action. On utilise souvent des représentations simplifiées des protéines où tous les atomes ne sont pas représentés (voir figure) car elle facilite la vue globale de la structure.

La protéine représentée, Grb2 (pour Growth Factor receptor-Binding protein), joue un rôle clef dans la transmission de l'information au sein de la cellule. Elle est constituée de « modules » structuraux indépendants aux fonctions différentes : deux domaines SH3 liés à un domaine SH2 par des articulations. Ces modules régulent la transduction du signal grâce à leurs propriétés de reconnaissance et leur capacité à gérer les interactions protéine/protéine. Très conservés structurellement parmi les protéines de la transduction du signal, ils sont utilisés comme un mécano pour construire un réseau d'information extrêmement complexe. Il existe de nombreux sites d'ancrages pour ces domaines qui vont conditionner la spécificité des interactions protéine/protéine et donc le passage du signal de la surface de la cellule au noyau.

Cette image montre l'absence d'interaction entre les modules SH3 et le module SH2 dans Grb2, ce qui a permis de confirmer son mode d'action précédemment étudiée par voie biochimique. De plus, ceci pourrait donner à cette molécule adaptatrice une flexibilité qui reste à explorer. La présence dans le cristal d'un dimère de Grb2 fortement lié soulève d'autres questions qui permettent d'orienter l'étude biochimique.

EN à MHP -
20 Juin

* Ci-joint 4 fasc. de
cette revue

(FBO + Don à ...)

* Nous avons cet article au CEDSI

Cole-C.P. 8782, WIN/1
Inv C, φ 8782



La Vie des Sciences

Tome 12
n° 3, 1995

Sommaire

p24
* 5807

L 1 exp de la revue
donnée à EN

Image et science	198
Éditorial	199

POLITIQUE SCIENTIFIQUE

<u>Entretien</u>	L'université aujourd'hui J. Friedel (propos recueillis par S. Deligeorges)	201
<u>Article</u>	Recherche et développement en télécommunications M. Feneyrol	207

ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE

<u>Articles</u>	Le contrôle de la germination des semences par l'environnement gazeux F. Corbinau	223
	Surfaces et coques élastiques minces : problèmes et défis E. Sanchez-Palencia	239

SCIENCE, CULTURE, SOCIÉTÉ

<u>Articles</u>	Cinquantième anniversaire du Commissariat à l'Énergie Atomique R. Dautray	259
	Cinquante ans d'expérience sur les milieux tropicaux G. Winter et Ch. Lévêque	277 - <i>SP</i>

LIVRES

<u>Article</u>	Un demi-siècle de nucléaire en Belgique. Témoignages par P. Strohl	289
<u>Analyse</u>	Histoire du développement de la biologie par P. E. Pilet	299

Errata : Dans le n° 2/95 de la Vie des Sciences :
p. 161, 1^{re} colonne, dernière ligne, il faut lire « taux de croissance » et non « taux de fécondité » ;
p. 164 (fig. 3), il faut lire cliché Magnum et non cliché Gamma.