



A la sortie des galeries de mine les alluvions aurifères sont lavées dans un canal muni de riffles (sluice). Photo Gérard HERAIL.

## TIPUANI : UN PLACER D'OR DES ANDES BOLIVIENNES

**D**epuis près de dix ans les géologues de l'ORSTOM étudient, en coopération, des gisements d'or dans les Andes du Pérou et de Bolivie. Les travaux menés en Bolivie sont exécutés dans le cadre d'une convention avec l'Université Majeure de San Andrés (UMSA) et d'un accord local avec la Fédération Régionale de Coopératives Aurifères (FERRECO).

En Bolivie existent de nombreux gisements d'or situés dans différents contextes géologiques. De tous ces gisements celui de Tipuani est l'un des plus connus ; il correspond à un des plus grands placers modernes du monde. Il est localisé au nord de La Paz, au pied de la Cordillère Royale entre 1500 et 500 mètres d'altitude dans le bassin de Tipuani-Mapiri long de 200 km et large de

15 à 30 km. Dans ce bassin la minéralisation aurifère est contenue dans des sédiments conglomératiques dont l'âge va du Miocène à l'Actuel. Pour le moment, seules les alluvions de la vallée du rio Tipuani ont été exploitées de manière intensive, fournissant plusieurs dizaines de tonnes d'or alors que le potentiel d'or exploitable dans l'ensemble du bassin dépasse la centaine de tonnes.

### Du Paititi à l'exploitation moderne

La région de Tipuani était déjà exploitée au moment de l'Empire Inca et certains y localisent même le fameux Paititi que recherchaient les conquistadors. Dès 1548 Alonso de Mendoza, fondateur de la ville de La Paz entra dans cette région "avec un grand nombre d'Indiens, dix espagnols et une grande quantité d'outils et de vivres" pour extraire de l'or. A partir de 1580 les expéditions pénétrèrent jusque dans la région de la localité de Tipuani et entre 1620 et 1760 des sociétés et groupes espagnols et portugais amenèrent des esclaves

noirs depuis le Brésil pour laver les alluvions aurifères le long du Tipuani ; ils réalisèrent de grandes fortunes mais les conflits étaient nombreux. C'est Ildefonso Villamil qui, à partir de 1818, a, le premier, entrepris des travaux systématiques et lorsqu'il mourut en

**Placer** : dépôts d'origine détritique dans lesquels se sont accumulés des minéraux exploitables (pierres précieuses, or, étain...). C'est un mot d'origine espagnole par lequel les conquistadors désignaient les sables aurifères d'Amérique.

**Paititi** : équivalent de l'El Dorado.



vraiment très récentes : moins de 1 million d'années. Sur Futuna, seul un échantillonnage préliminaire est effectué. Les premières analyses géochimiques confirment tout l'intérêt de ce travail, et une seconde mission est mise en route courant 1984 (P. MAILLET, M. MONZIER et J.P. EISSEN). L'échantillonnage est alors complété sur Futuna et étendu à l'île voisine, Alofi. La collaboration, déjà ancienne, des pétrographes de l'UR 106 avec C. LEFEVRE (Laboratoire de pétrographie de l'Université des Sciences et Techniques de Lille) permet alors de mettre un étudiant, A. GRZESZYK, sur le sujet. Cet étudiant passe en 1985 son DEA, intitulé "Pétrologie des laves et des roches grenues associées de Futuna et Alofi". L'opération est restructurée puisqu'il est décidé 1) de réaliser la carte géologique détaillée (1/25000) de l'archipel de Horn, en plus de l'étude proprement dite des formations volcaniques (une carte topographique étant en cours d'édition par l'Institut Géographique National) ; 2) que A. GRZESZYK soutiendra fin 1988 une thèse sur ce sujet, prolongeant ainsi ses travaux de DEA. Deux missions "lourdes" se succèdent alors en 1986 et 1987 (A. GRZESZYK et M. MONZIER) qui permettent de terminer l'échantillonnage et les levés cartographiques de Futuna et Alofi. Dans le même temps, une collaboration est lancée avec plusieurs micropaléontologistes de métropole (G. GLACON, C. MULLER et J. BUTTERLIN), dans le but de dater les sédiments associés aux formations volcaniques.

Bien que l'ensemble des résultats ne soit pas encore disponible, quelques points importants concernant Futuna et Alofi sont d'ores et déjà acquis. Le volcanisme sous-marin qui a donné naissance à ces édifices est, sans ambiguïté, de type "arc insulaire" et d'âge peu ancien (2 à 3 millions d'années seulement). Une zone de subduction fonctionnait donc dans la région vers cette époque, la plaque Pacifique plongeant sous l'arc volcanique de Futuna-Alofi. Postérieurement, d'importants mouvements verticaux ont provoqué l'émersion de ces édifices, soulèvement dont l'ampleur est attesté par la présence de "laves en coussins" (donc épanchées sous la mer) au sommet même de Futuna (524 m), ainsi que par l'existence de platiers récifaux fossiles, soulevés de plusieurs centaines de mètres, à Futuna comme à Alofi.

La partie terrain de l'opération est donc maintenant achevée. L'étude des échantillons, par contre, est encore en cours : analyses des éléments majeurs au laboratoire du Centre ORSTOM de Nouméa, déterminations micropaléontologiques en métropole... A. GRZESZYK rentrera à Brest/Lille fin 1987 et suivra alors en compagnie de P. MAILLET, C. LEFEVRE et J.P. EISSEN la réalisation d'analyses plus poussées, tant sur les roches totales (éléments en traces, terres rares, rapports isotopiques) que sur les différents minéraux présents (microsonde électronique). L'ensemble de ces données permettra alors d'établir une typologie des diverses roches magmatiques rencontrées, d'en

préciser la genèse et l'évolution, de reconstituer l'histoire géologique de ces deux îles et donc d'obtenir des éléments indispensables à toute reconstruction géodynamique régionale sérieuse.

La parution de publications dans des revues nationales et internationales, la soutenance de la thèse d'A. GRZESZYK, et l'édition de la carte géologique de l'archipel de Horn conclueront en 1988-1989 cette opération engagée en 1982. L'UR 106 envisage maintenant d'étendre cette étude à la Zone Économique Exclusive des îles Wallis et Futuna (bathymétrie, magnétisme, sismique, dragages), mais ce projet dépend entièrement de l'obtention des moyens nationaux nécessaires à sa réalisation (navire et équipements).

**M. MONZIER, J. DUPONT,  
J.P. EISSEN,  
A. GRZESZYK  
et P. MAILLET**  
UR 106, ORSTOM Nouméa

#### Bibliographie

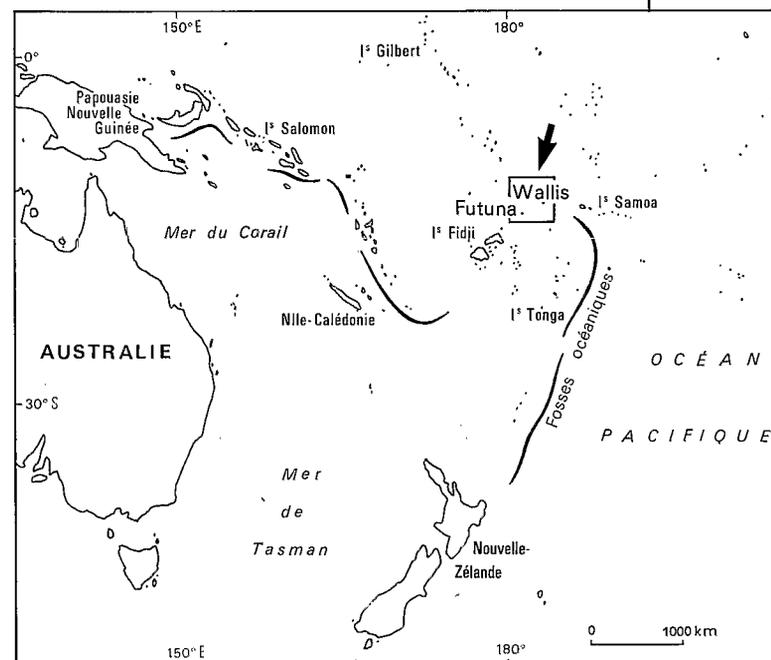
- AUBERT DE LA RUE, E. 1935 - La constitution géologique des îles Wallis et Futuna. *C.R. hebdomadaire de l'Académie des Sciences, Paris*, 200, p. 328-330.  
DUPONT, J. et J. RECY, 1981 - Le sud-ouest du Pacifique : données structurales in *Atlas de la Nouvelle-Calédonie et dépendances*. Éditions ORSTOM Paris, planche 5.  
MAC DONALD, G.A. 1945 - Petrography of the Wallis Islands. *Bull. geol. soc. Am.* 56, p. 861-872.  
STEARNS, H.T. 1945 - Geology of Wallis Islands. *Bull. geol. soc. Am.* 56, p. 849-860.

Les îles Wallis, Futuna et Alofi ont depuis 1959 un statut de Territoire d'Outre-Mer (TOM) de la République Française. Peuplées depuis plus de 2 000 ans par des arrivées successives de navigateurs, en provenance d'autres îles du Pacifique, qui y firent souche, ces îles furent découvertes par les européens en 1616 (Futuna-Alofi par les hollandais SCHOUTEN et LEMAIRE) et 1767 (Uvéea par le capitaine WALLIS, qui lui légua son nom).

Wallis a une superficie voisine des 100 km<sup>2</sup> et compte environ 8 000 habitants. Il s'agit d'une île basse (point culminant : 151 m), caractérisée par un relief mou, une absence totale de réseau hydrographique, de remarquables lacs de cratères, ainsi que par un vaste lagon.

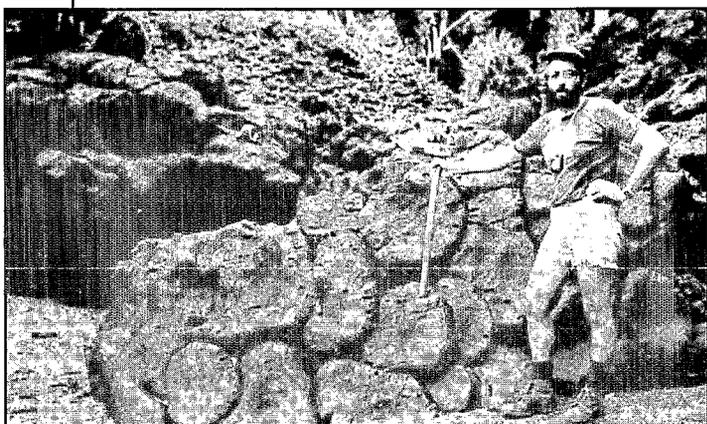
Futuna et Alofi, deux îles très voisines, constituent l'archipel de Horn, sis à 250 km au sud-ouest de Wallis. Leur superficie totale est de l'ordre de 120 km<sup>2</sup> et elles comptent environ 4 000 habitants (installés uniquement sur Futuna, Alofi n'étant pas occupée en permanence). Ces deux îles au relief montagneux (point culminant : 524 m) sont ceinturées par un étroit récif frangeant, mais seule Futuna possède un réseau hydrographique bien développé.

L'ensemble du Territoire jouit d'un climat tropical humide, qui entretient une luxuriante végétation.



UNITÉ DE CARTOGRAPHIE

Laves en coussins, Futuna (cliché JPONT)



**Page 4**

TIPUANI : un placer d'or des Andes Boliviennes.

**Page 7**

TIMOR, STEPPE, deux logiciels de traitement d'images sur micro-ordinateur.

**Page 9**

Audiovisuel.

**Page 11**

Un beau baptême pour Alis.

**Page 16**

PIRAL, un programme de recherches sur l'environnement.

**Page 20**

Bureau de presse - Informations.

**Page 24**

Infographie Équateur.



Rires et sourires de Futuna (cliché M. MONZ)

## WALLIS ET FUTUNA terres lointaines du Pacifique

**DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :**  
Jean-Yves MARTIN

**RÉDACTRICE EN CHEF :**  
C. LEDUC-LEBALLEUR

**RÉDACTEUR :**  
Jean-Pierre ALAUX

Direction de la Formation, de l'Information et de la Valorisation (DIVA)  
ORSTOM

213, rue La Fayette  
75010 PARIS  
Tél. : 48-03-77-77  
ISSN 0758 833 X  
Commission paritaire  
N° 1864 ADEP

**CONCEPTION RÉALISATION :**  
Copyright  
LOG'IMAGES  
46.63.69.01

**MAQUETTES**  
© B. BARROMES  
P. PYTKOWICZ

**PHOTOCOPOSITION**  
S.M. Tél. : 47.35.05.52

**IMPRIMERIE**  
Offset Arcueil  
Tél. : 46.64.01.02

Le laboratoire de géologie/géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa étudie les îles Wallis et Futuna depuis le début des années 1980. Cette opération fut lancée par J. DUPONT qui travaillait à l'époque sur l'arc insulaire des Tonga-Kermadec, zone proche de celle qui nous concerne ici. Il avait constaté lors d'un essai de synthèse régionale, que les données relatives à la géologie de ces îles d'origine volcanique étaient très incomplètes. Pour Wallis, il existait alors une bonne carte géologique datant de la présence américaine durant la seconde guerre mondiale, ainsi qu'une étude pétrographique relativement détaillée, mais sans aucune donnée analytique. Quant à Futuna-Alofi (archipel de Horn), seules quelques notes succinctes datant des années 1935-1941 permettaient de se faire une

idée très approximative des formations existantes. Bref, un terrain mal connu, surtout en ce qui concerne Futuna et Alofi, mais d'un intérêt certain car situé dans une zone clé pour la compréhension de l'évolution géodynamique régionale. Il semblait donc logique d'y entreprendre de nouvelles recherches, d'autant que celles-ci entraient parfaitement dans le cadre des programmes de l'UR 106 (EVA : Évolution des Arcs Insulaires et ZOE : Zone Économique Exclusive).

Que savait-on au juste sur ces îles ? Les travaux d'AUBERT DE LA RUE, STEARNS et MAC DONALD (1935, 1945, 1963) démontraient sans ambiguïté la similitude entre le volcanisme récent (1 million d'années environ) de Wallis et celui des îles de la Polynésie Française, d'Hawaii, des Samoa... AUBERT DE LA RUE et LACROIX

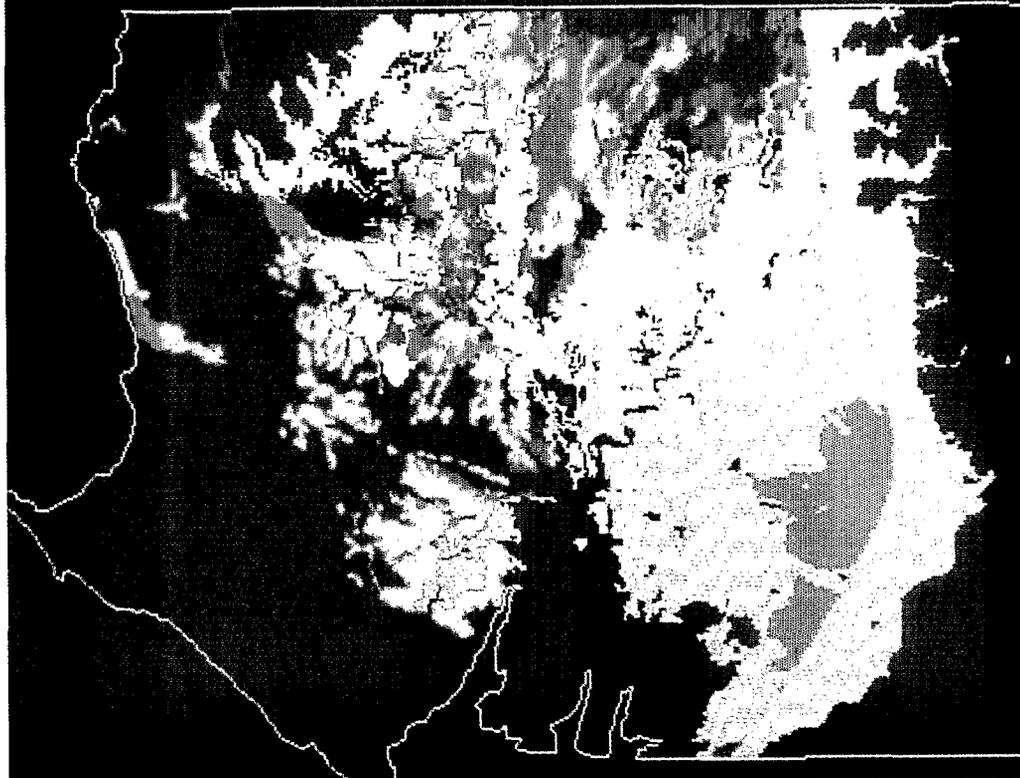
(1935, 1940, 1941 et 1963) indiquaient pour leur part que le volcanisme ayant présidé à l'édification des îles de Horn était plus ancien que celui de Wallis et de nature différente.

Courant 1982, l'UR 106 engage les opérations par deux missions sur le terrain, la première sur Wallis (J. DUPONT et P. MAILLET), la seconde sur Futuna (J. DUPONT et M. MONZIER). Celle consacrée à Wallis permet de réaliser un échantillonnage exhaustif des formations volcaniques constituant l'île ; l'étude de ce matériel en collaboration avec l'Université australienne de La Trobe est maintenant achevée et la parution des premières publications est pour bientôt. Il en ressort que le volcanisme wallisien se rattache au type "point chaud", et que les dernières manifestations de son activité sont

Un beau  
baptême  
pour ALIS

ORSTOM  
actualités

INSTITUT FRANÇAIS  
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
EN COOPÉRATION



- en rouge, celles couvertes par la végétation naturelle, où l'implantation du coton ne peut se réaliser que par défrichement et mise en valeur de terres neuves ;

- en vert, celles actuellement occupées par une agriculture diversifiée (cultures et pâturages) et où la permutation de ces activités au coton pourra entraîner des problèmes de reconversion.

Dans chacun de ces deux derniers groupes, les terres ont été classées en fonction de leurs limitations morpho-pédologiques en 3 niveaux d'aptitude : bonne, moyenne et faible, représentés sur la carte par le dégradé dans la couleur.

Par un tel processus de comparaison entre utilisation actuelle et potentialités agricoles, réalisé au moyen de méthodes infographiques, on peut obtenir rapidement la liste exhaustive des différents niveaux d'adéquation ou d'inadéquation actuel-potentiel.

Ce diagnostic permet d'envisager des réajustements dans l'utilisation des terres, avec une meilleure connaissance des impératifs techniques ; il constitue l'un des documents de base indispensable à toute opération de développement agricole.

**Alain WINCKELL**  
**Claude ZÉBROWSKI**

## Infographie "Equateur"

Par suite d'une erreur, l'image présentée en double page centrale de l'encart consacré au Colloque "Equateur 1986" (ORS-TOM-Actualités n° 15 - Septembre/octobre 1986) avait été malencontreusement imprimée en position inversée. La carte ci-contre, rectifiée, correspond mieux à la réalité géographique.

Cette image provient d'un essai d'exploitation par des méthodes infographiques développées à l'ORSTOM (logiciel TIGRE de gestion de base des données localisées organisées suivant le modèle relationnel), des résultats de l'inventaire des ressources naturelles renouvelables réalisé en Equateur entre 1975 et 1985 (convention ORSTOM - MAG - PRONAREG).

Il s'agit d'un essai, de portée méthodologique, sur le thème suivant : comment augmenter la production cotonnière dans la partie sud-ouest de la côte d'Equateur par extension des surfaces plantées.

La démarche adoptée, illustrée par le tableau ci-

dessous, comprend 2 phases : la sélection de zones édaphiquement aptes à la culture du coton, puis le choix parmi ces dernières de celles où l'implantation de cultures cotonnières est réellement possible compte tenu de l'utilisation actuelle des terres.

Les résultats globaux, obtenus par croisements successifs sont exprimés sur la carte qui est un cliché d'une sortie sur écran graphique en couleurs :

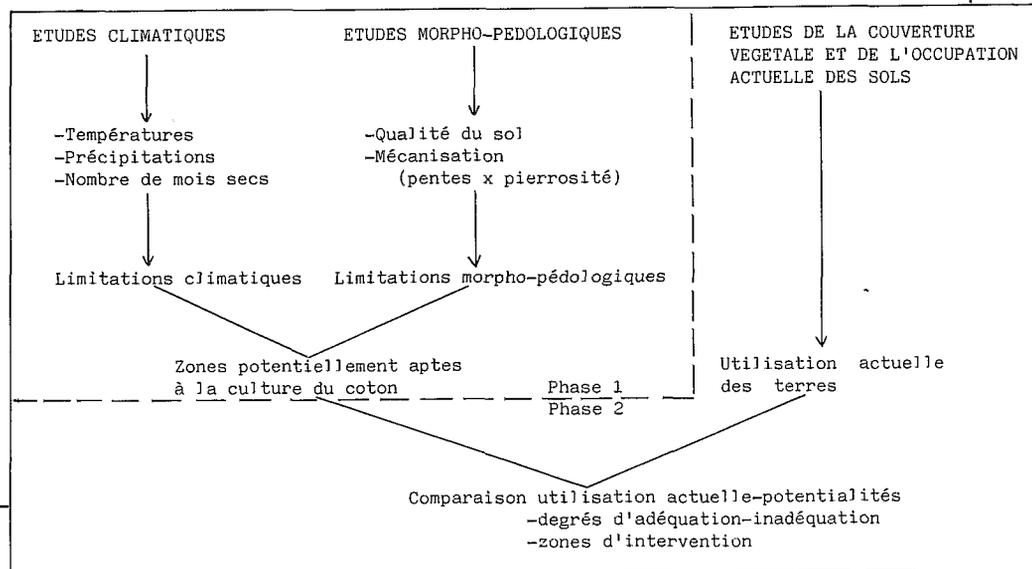
1) les zones climatiquement inaptées à la culture du

coton ont été laissées en noir ;

2) nous avons regroupé en gris, toutes les zones de climat marginal quelques soient leurs limitations ou leur utilisation actuelle ;

3) les zones édaphiquement aptes à la culture du coton apparaissent dans la plage centrale de l'image et sont représentées par 3 gammes de couleurs :

- en jaune, celles actuellement cultivées en coton où seules des améliorations de pratiques culturales peuvent être envisagées ;





De gauche à droite : MM. VALADE, FAGES, DOUMENGE.



## CENTRE DE NOUMÉA

Au cours de sa mission en Nouvelle-Calédonie, Monsieur Jacques VALADE, Ministre Délégué auprès du Ministre de l'Éducation Nationale, Chargé de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, a visité le Centre ORSTOM de Nouméa le mercredi 22 juillet 1987.

Monsieur VALADE était accompagné par Monsieur MONTPEZAT, Délégué du Gouvernement, Haut-Commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie, par Monsieur RICARD, Président de l'Université Française du Pacifique, et par divers membres de son Cabinet.

Monsieur le Ministre a été accueilli par Monsieur le

Professeur DOUMENGE Président du Conseil d'Administration de l'ORSTOM et par Monsieur FAGES, représentant de l'ORSTOM en Nouvelle-Calédonie et directeur du Centre ORSTOM de Nouméa.

Monsieur VALADE a ensuite insisté sur le rôle éventuel que les chercheurs de l'ORSTOM auront à jouer au sein de la toute jeune Université Française du Pacifique ; il a souhaité que le Centre ORSTOM de Nouméa puisse rapidement devenir une structure d'accueil pour les étudiants du 3<sup>e</sup> cycle de cette université.

Après un examen des publications et rapports de travaux exposés et un com-

mentaire par M. FRIMIGACCI, archéologue, de la "vitrine" d'exposition sur le peuplement ancien de la Nouvelle-Calédonie, Monsieur VALADE a commencé la visite des laboratoires sous la conduite du directeur du Centre.

L'importance du programme ministériel ne permettant pas une visite de tous les laboratoires du Centre, les seuls laboratoires de Pharmacologie, de Botanique, d'Océanographie et de Géologie-Géophysique ont été visités par Monsieur VALADE.

En pharmacologie, D. LAURENT a présenté le programme d'étude des "Substances Marines d'Intérêt Biologique" (SMIB), exposé les principales étapes de la recherche en cours et les collaborations scientifiques réunies depuis les prospections et récoltes des organismes marins, jusqu'à la mise en évidence de l'activité biologique des substances obtenues, et la description de nouvelles molécules à utiliser en chimie-pharmacologie.

En Botanique, M. JAFRE, a brossé à grands traits les caractéristiques de la flore de Nouvelle-Calédonie (richesse, originalité, endémicité, abondance, grandes associations végétales) et présenté l'herbier, où sont rassemblés les collections de référence et où sont répertoriés plus de 70 000 numéros d'espèces végétales de Nouvelle-Calédonie et accessoirement de Wallis et Futuna et du Vanuatu.

En Océanographie, Y. DANDONNEAU, a exposé les principaux programmes d'étude du domaine marin ; ces programmes mobilisent l'essentiel de l'activité scientifique du Centre de Nouméa :

— étude des mécanismes régissant l'hydroclimat du Pacifique tropical, description et recherche des causes d'anomalies climatiques de type El Nino ;

— étude de la Production Pélagique des eaux océaniques du Pacifique central et occidental ;

— étude de la pêche hauturière, et de la relation thons/environnement dans le Pacifique occidental et central ;

— étude du Lagon de Nouvelle-Calédonie notamment au plan de l'étude fondamentale des structures et du fonctionnement des milieux lagonaires, et au plan du recensement des ressources disponibles, de leurs modalités d'exploitation.

En Géologie/Géophysique, J. RECY, a exposé les activités de son laboratoire portant sur la connaissance de la formation et de l'évolution de la lithosphère océanique tant sur les arcs insulaires que sur les marges continentales (sismologie, tectonique des plaques, volcanologie) ; il a ensuite mis en relief les collaborations scientifiques nationales et internationales réunies sur ces programmes.

### 23 Juillet 1987

Conférence de D. FRIMIGACCI sur "L'ethno-archéologie des îles Wallis et Futuna".

### 27 juillet 1987

Conférence de J. NOEL sur "l'utilisation de la télédétection pour le développement, la gestion de l'environnement et des ressources".

### 4 août 1987

— Bernard PONS, ministre des TOM-DOM a visité le centre ORSTOM. Au cours de sa visite il a procédé à la signature entre l'ORSTOM et le territoire de la Nouvelle Calédonie d'une convention portant sur "l'étude des crabes de palétoyeurs".

— Conférence du Professeur F. DOUMENGE, président de l'ORSTOM sur "les découvertes scientifiques et les nouvelles ressources halieutiques à travers les travaux de l'ORSTOM dans le Pacifique Sud".

Les champs de réflexion ainsi abordés vont de la nécessité de conserver toute la diversité génétique du monde végétal à son utilisation pour l'amélioration des plantes cultivées. Les biotechnologies, les enjeux économiques liés à l'amélioration variétale sont également envisagés, ainsi que les modes d'utilisation du milieu par des sociétés traditionnelles selon ses besoins. Des annexes mettent en valeur les recherches de l'ORSTOM dans le domaine des sciences du monde végétal.

## "Plus belle sera la moisson"

Ce film d'une durée de 47 minutes, coproduit notamment par l'ORSTOM et par l'agence d'images Orchidées (2), montre plusieurs collectes de graines de mil et de sorgho dans différents pays du Sahel, effectuées par Jean-Charles Clément et Jean-Marc Leblanc. Ces semences sont ensuite analysées, conservées au froid ou en serre, et l'utilisation de l'ensemble de cette chaîne de travaux animés par des généticiens est décrite jusqu'à la réexpédition d'échantillons dans les pays d'origine et dans ceux qui en font la demande.

Ce document paraît susceptible d'illustrer l'intérêt de ce type de recherche au-delà du Sahel où il a été tourné. On y explique les mécanismes de la diversification intraspécifique et les bénéfices que la recherche peut en tirer pour l'amélioration des cultures.

## La valorisation des travaux de l'ORSTOM

Ces deux productions permettent aux chercheurs de s'adresser à des publics le plus souvent mal préparés à un contact direct avec le contenu des publications

scientifiques. Ils permettent donc de diffuser auprès d'eux une information adaptée à leur curiosité et à leur culture. De ce fait, ils sont également des documents susceptibles de combler en partie le manque d'outils pédagogiques souvent constaté dans nombre de pays en voie de développement.

Avec l'appui des Centres ORSTOM et celui de leurs chercheurs, l'Institut peut ainsi participer à une entreprise de formation, d'information et de documentation qui correspondra, en même temps, à une action de relations publiques et de valorisation capable de fortifier sa notoriété.

Jean-Pierre ALAUX

## Sommaire du livre

Avant-propos (Jean-Pierre Alaux) - Les espèces utiles : introduction (Yves Gillon) - L'adaptation d'une société à son environnement à l'aide de ses plantes cultivées et spontanées : le cas des régions d'Aribinda et de Koudougou (Burkina Faso) (Georges Dupré et Dominique Guillaud) - Les plantes de cueillette, alimentation d'appoint ou de substitution en pays Soninké (Sénégal) (Monique Chastanet) - De la domestication à l'amélioration des plantes : techniques "traditionnelles", techniques "modernes" (Julien Berthaud et André Charrier) - La biotechnologie de la cellulose végétale, un enjeu industriel d'avenir (Bernard Marin) - Domestication et amélioration du Kava (Vincent Lebot et Pierre Cabalion) - Connaissances génétiques, alimentation et nutrition dans les pays en développement (Jean-Claude Favier) - Approches génétiques à l'ORSTOM : le cas de quelques plantes (riz, mil, *panicum maximum*, gombos) (Jean-Marc Leblanc, Gilles Bezançon, Gérard Second) - Les enjeux de l'amélioration variétale pour l'agriculture des pays en développement (Georges Courade) - Point de vue sur la question des semences (Thierry de Raymond)

(2) "Plus belle sera la moisson", film 16 mm, son optique, 47 minutes. Disponible en vidéo V.H.S. Outre l'ORSTOM et Orchidées, les coproducteurs sont la CEE, la Société nouvelle de promotion cinématographique du Sénégal, le Ministère de l'agriculture (France), le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (France), l'International Rice Research Institute (IRRI), Frères des Hommes, le Comité catholique contre la faim et pour le développement (CCFD) et Terre des Hommes.

## ACTUALITÉ DES CONNAISSANCES SUR LA PÊCHE DU GERMON EN SURFACE DANS LE PACIFIQUE SUD

Premiers résultats de la campagne océanographique tripartite qui s'est déroulée de janvier à mars 87 dans le Pacifique Sud (40°S).

Trois navires de recherche le "Kaharoa" de Nouvelle-Zélande, le "Townsend Cromwell" de Hawaï et le "Coriolis" de la flotte de recherche française ont couvert de janvier à mars la convergence Sud Pacifique (40°S) peu étudiée jusqu'alors d'un point de vue hydrologique et biologique. Une dizaine de ligneurs américains accompagnaient le "Townsend Cromwell".

Les résultats de cette campagne ont été particulièrement encourageants : les 3 navires de recherche ont observé la présence de germons en quantité importante tout au long de la convergence de janvier à mars. Les ligneurs américains ont obtenu sur la zone de pêche des rendements allant de 400 à 1 400 germons par jour et dont le poids allait de 5 kg à 12 kg. Certains navires, malgré la distance relativement grandes des ports de débarquement, et particulièrement Tahiti, ont réussi à faire trois rotations sur les zones de pêche avec une capture de 60 tonnes par rotation.

Dès 77 les chercheurs de l'ORSTOM ont envisagé la présence de thons sur ou à proximité des systèmes thermiques frontaux existant dans le Pacifique Sud. L'hypothèse de la présence de germons sur la convergence Sud (40°S) a été émise lors de la "réunion de la mer" organisée en 79 et une première campagne exploratrice préparée par les Centres ORSTOM de Nouméa et de Tahiti démontrait qu'il existait durant l'été austral des conditions hydro-

logiques favorisant la présence de germons en surface. Les Néozélandais et les Américains se montraient fortement intéressés par ces premiers résultats ainsi que par une coopération scientifique avec l'ORSTOM. C'est dans ces conditions que sous l'égide de la Commission du Pacifique Sud une première campagne à caractère international a pu se dérouler.

Vu l'intérêt d'une étude dans une zone peu connue et l'ampleur de cette convergence qui s'étale de la Nouvelle-Zélande au Chili, seule une approche internationale peut être envisagée. Dans ces conditions la Commission du Pacifique Sud est le lieu où se poursuivra la réflexion.

Arlette GOUPY

Contact : Antenne ORSTOM BREST  
Tél. : 98.80.46.40

## FRANCE CULTURE

### • 10 Février 1987

"Perspectives scientifiques" : la recherche médicale. "Les recherches sur la santé à l'ORSTOM" présentées par le Professeur Gentilini avec la participation de Jean-Pierre Alaux, Bernard Hours et Jean Mouchet de l'ORSTOM.

### • 1<sup>er</sup> Juillet 1987

Interview de Monsieur DOUMENGE réalisée pour l'émission "Culture Matin" par Emmanuel LAURENTIN.

### • 11 Juillet 1987

"Grand Angle" (production M.H. FRAISSE) Présentation par Jean-Christophe SIMON de "L'actualité et les perspectives économiques en Thaïlande (Politique économique, conjoncture, nouvelles stratégies d'exportation).

### • 17 Juillet 1987

"L'Echappée belle" (production M.H. FRAISSE). Interview de Bernard VIENNE sur le thème : "Les tribus et minorités du nord de la Thaïlande face à l'enjeu de la modernisation".

D'autre part on a pu comparer l'approche de la lutte contre les Babésioses par les vétérinaires avec celle des "médicaux" face au paludisme.

L'ORSTOM était représenté par son Directeur, Ph. Tenneson ainsi que par P. Carnevale, M. Cot, V. Robert, J.-F. Trape et J. Mouchet.

**LE FORUM INTERNATIONAL DE L'INSTRUMENTATION ET DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE FI3G** s'est tenu au Palais des Congrès de LYON du 10 au 13 Juin 1987.

Organisé sous l'égide du **Conseil National de l'information géographique**, il rassemblait l'ensemble du secteur professionnel concerné, tant les producteurs de matériels que les nombreux utilisateurs ; (éditeurs, administrations, recherche, collectivités locales...) et s'articulait sur 2 pôles : un colloque sur 3 jours, une exposition importante avec une dernière journée grand public.

L'unité de cartographie de l'ORSTOM était présente et avait centré son effort sur le second pôle en assurant avec Michel DANARD la tenue d'un stand d'une surface d'exposition de 20 m<sup>2</sup>, se trouvant ainsi parmi les principaux éditeurs de cartes, IGN, BRGM...

Un échantillon significatif de nos dernières publications y était présenté, tels la carte phytogéographique de RCA, la carte pédologique de l'île RODRIGUES, une feuille très caractéristique de la carte géologique de DJI-BOUTI... et les travaux préparatoires à la réalisation prochaine de l'ATLAS de la POLYNÉSIE FRANÇAISE.

L'aménagement du stand nous a permis par ailleurs de mettre en valeur les derniers ouvrages du Service des Éditions de l'ORSTOM et plus particulièrement ceux portant sur le traitement des données géographiques et l'exploitation d'images satellites.

Les contacts pris, tout autant auprès de partenaires français qu'étrangers, ont été nombreux (succès de ce FORUM) et enrichissants. Bien des professionnels ont apprécié la qualité des cartes thématiques de l'ORSTOM.

Dans la phase de concrétisation de l'informatisation de l'Unité de Cartographie, ce FORUM a constitué pour nous un excellent contexte favorable aux rencontres avec les principaux constructeurs de matériels dédiés à la cartographie, complétés de séances de démonstration sur les produits et logiciels nouveaux.

**F. MEUNIER**  
Responsable Unité  
de Cartographie

## SÉMINAIRE PLANTES FOURRAGÈRES AU BRÉSIL

Du 29 juin au 3 juillet, s'est tenu à São Paulo (Brésil) un séminaire international sur l'amélioration génétique de graminées fourragères, organisé par l'EMBRAPA et l'Institut de Zootechnie de São Paulo, sous la direction de Yves Savidan, généticien ORSTOM en poste au Brésil.

Ce séminaire a regroupé une trentaine de spécialistes, du Brésil, d'Argentine et d'Uruguay, et bénéficiait de l'appui de l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) de l'IIICA/BID/PROCISUR (Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur), et de l'EMBRAPA.

L'objectif de ce séminaire était double :

– dresser le bilan des connaissances acquises sur les ressources génétiques des principales graminées fourragères natives d'Amérique Latine, leur évaluation, et les méthodes d'amélioration spécifiques des plantes apomictiques,

– favoriser une coordination des recherches qui se mettent en place sur ces thèmes dans les trois principaux pays dits du "Cone Sud".

Les trois premières journées ont été divisées en conférences le matin et cours pratiques l'après-midi, sur les thèmes :

1. Ressources génétiques,
2. Cytogénétique,
3. Apomixie et amélioration des plantes,

cette dernière partie s'appuyant essentiellement sur l'expérience de l'ORSTOM en Côte d'Ivoire.

Les actes de ce séminaire seront publiés, en langues portugaise et espagnole, par l'Institut de Zootechnie de São Paulo. Copie pourra en être obtenue auprès de Y. Savidan, C.P. 154, 79100 Campo Grande (MS), Brésil.

Yves SAVIDAN

## DEUX NOUVEAUX INSTRUMENTS D'INFORMATION ET DE VULGARISATION

Un livre :  
**"Les ressources génétiques végétales, atouts du développement ?"**

Un film : **"plus belle sera la moisson"**

La DIVA vient de réaliser, à l'intention du grand public et dans une perspective d'information et de vulgarisation destinée à valoriser les recherches de l'ORSTOM, deux instruments complémentaires qui devraient permettre aux chercheurs en sciences du monde végétal, dans les pays en voie de développement comme en France, de faire comprendre l'intérêt de leurs travaux. Ces deux outils pédagogiques s'adressent aussi bien aux médias qu'aux enseignants, lycéens et autres publics peu ou prou intéressés par le développement agricole et la défense de l'environnement.

Ce petit ouvrage de synthèse (1) pluridisciplinaire pose la question de la conservation et de l'utilisation du patrimoine génétique végétal dans le monde tropical et des perspectives offertes par la recherche en ce domaine. Généticiens (Julien Berthaud, Gilles Bezançon, André Charrier, Jean-Marc Leblanc, Gérard Second), spécialistes de la nutrition (Jean-Claude Favier), de l'environnement et des écosystèmes (Yves Gillon), en agronomie (Vincent Lebot, Thierry de Raymond), en physiologie végétale (Bernard Marin), en pharmacologie végétale (Pierre Cabalion), en sciences sociales (Monique Chastanet, Georges Courade, Georges Dupré, Dominique Guillaud) ont collaboré à la rédaction de cet ouvrage.

(1) "Les ressources génétiques végétales, atouts du développement ?", Editions de l'ORSTOM, coll. "DIVA-documents", 1987, 200 pages, 30 F.



Le premier chapitre est une introduction à la culture matérielle des Polynésiens, les autres chapitres présentent les différentes catégories d'objets et les techniques qui leur sont associées : les outils, la navigation, les solides souples, l'habitation, l'alimentation, etc... Ce travail, qui concerne principalement la Polynésie française, est une contribution à l'inventaire des objets polynésiens conservés dans les musées et les collections publiques. En réunissant un grand nombre d'informations jusque-là très dispersées, il propose un panorama des témoins matériels et des méthodes pratiquées par les Polynésiens dans leur vie traditionnelle. Il montre aussi l'évolution des techniques et des objets depuis la préhistoire.

Il a été le point de départ d'une longue étude qui consiste à partir du concret, c'est-à-dire des objets eux-mêmes, à mieux comprendre, avec l'aide des littératures orales et écrites, certains aspects de la culture polynésienne, essentiellement la culture matérielle et les religions anciennes.

Anne LAVONDES

## GISEMENTS D'OR ET DE LITHIUM DE BOLIVIE

Une réunion sur le gisement de lithium du Salar de Uyuni et sur les gisements d'or du nord du département de la Paz (Bolivie) est organisée le 29 octobre 1987 à La Paz. Cette rencontre a pour but de rendre public les résultats obtenus au cours d'une première tranche de recherches menées par l'ORSTOM et ses partenaires boliviens (Universidad Mayor de San Andrés, Complejo Industrial de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, Federación de Cooperativas auríferas).

G. HERAIL,  
F. RISACHER

• **Nourrir demain les hommes**, par Albert SASSON : ouvrage de synthèse à destination d'un public élargi qui retrace l'évolution de la production et des échanges agro-alimentaires dans le monde au cours des dernières décennies, les effets des "révolutions vertes", les espérances de la "révolution biotechnologique". La situation qui prévaut dans les P.V.D., les questions liées à la coopération internationale ne sont pas oubliées. L'ORSTOM a apporté son aide pour la publication de cet ouvrage (Éditions de l'UNESCO, coll. "Sexant", Paris, 1986, 767 pages, 195 F).

## Moi, un Mbororo Peul nomade du Cameroun

par Henri BOCQUENE

Ce livre est le fruit d'une complicité amicale de douze ans entre deux hommes, venus des horizons les plus éloignés. D'un côté un missionnaire français, vivant au centre du Cameroun, au milieu de pasteurs nomades ou semi-nomades islamisés ; de l'autre, un jeune Mbororo lépreux, nommé Ndoudi, livré très tôt à lui-même loin des siens, pour suivre les traitements exigés par sa maladie.

A travers le récit de ce livre, fruit du dialogue entre les deux hommes, c'est la civilisation des Mbororos du Cameroun, fraction de la famille des Peuls, qui nous est racontée : la vie nomade, le monde des boeufs et des vaches, les traditions familiales, les rites d'initiations, les défis du monde moderne.

Prix : 120 FF franco - 380 pages + 12 pages de photos hors texte. Editions Karthala 22/24, Boulevard Arago - 75013 PARIS.

## Récentes publications

• **Hôpitaux et santé pour tous** : rapport d'experts de l'OMS sur la complémentarité des structures hospitalières et des structures de soins de santé primaire (OMS, Rapport technique 744, Genève, 1987, 88 pages, 12 F suisses).

• **Évaluation de la stratégie de la santé pour tous d'ici l'an 2000** : septième rapport sur la situation sanitaire dans le monde : analyse mondiale (vol. 1) ; région des Amériques (vol. 3) ; région de l'Asie du Sud-Est (vol. 4) (OMS, Genève, 1987, respectivement 133, 263, 100 pages et 19, 39 et 15 F suisses).

• **Santé : médicaments et développement. Les soins primaires à l'épreuve des faits** sous la direction de Alain Destexhe : un "tableau clinique (et non une autopsie)", précise en avant-propos, Xavier Emmanuelli, sur les soins de santé primaire (Publications de la Fondation Liberté sans frontières, Paris, 1987, 271 pages, 70 F).

• **Rapport annuel du Conseil des ministres ACP-CEE, 1985** : Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 1987, 240 pages, 35 F.

## Palais de la découverte du 1<sup>er</sup> octobre 1987 au 15 mai 1988

### "Les insectes mi-démons mi-merveilles"

En présentant les "portraits" d'une vingtaine d'insectes, vedettes de laboratoires, l'exposition "les insectes, mi-démons, mi-merveilles" s'attache à les décrire comme modèles biologiques, matériels d'études scientifiques, éléments essentiels d'équilibre de la nature.

Cette exposition, réalisée par le Palais de la Découverte sur une idée et avec la collaboration de l'Office pour l'Information Entomologique et de la Société Entomologique de France, avec le concours de 16 organismes scientifiques et techniques, dont l'ORSTOM, est de plus l'occasion de fêter la restauration d'une des plus importantes salles du Palais de la Découverte.

Après sa présentation au Palais de la Découverte, cette exposition voyagera dans toute la France. Elle a été conçue pour une itinérance de 4 ans.

Les 3<sup>e</sup> Rencontres Internationales de recherches et de Technologies médicales et pharmaceutiques (Euromédecine 87) se dérouleront à Montpellier du 10 au 14 novembre 1987. A l'occasion de cette manifestation très importante au plan national et international, le Département "Santé" de l'ORSTOM présentera les résultats de ses recherches menées dans le cadre des maladies tropicales.

## Réunion AUPELF (Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française).

A l'occasion du sommet des Pays francophones, l'AUPELF a organisé le 31 août et le 1<sup>er</sup> septembre 1987 à Québec une réunion de scientifiques francophones comportant deux colloques, l'un sur les productions agricoles, l'autre sur la santé dans les pays en développement. L'ORSTOM était représenté par J. BRENGUES et J. MOUCHET. Le Département "Homme et Santé" a présenté une communication sur "Les Tendances et Perspectives de la Lutte contre les Vecteurs".

Les colloques se sont déroulés dans une atmosphère très conviviale, environnement favorable aux prises de contact.

## III<sup>e</sup> Congrès International sur le Paludisme et les Babésioses.

7-11 septembre 87

Ce Congrès qui s'est déroulé au Centre Bonlieu, à Annecy, a été l'occasion d'une rencontre entre les chercheurs de terrain et les fondamentalistes focalisés sur la production de molécules immunogènes. Les discussions ont fait ressortir les difficultés de mise au point d'un vaccin contre le paludisme. Ce constat ne permet pas de partager l'optimisme des médias au moins à court terme.

jusqu'à présent comme secondaire, des mécanismes biologiques dans la régulation des flux des gaz biogéniques (O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>). Deux questions sont posées : comment fonctionne (à quelle vitesse et avec quelle intensité) la communauté pélagique de la couche homogène dans divers écosystèmes de l'océan tropical ? - quel est le rôle du maximum profond de chlorophylle (universellement observé dans la thermocline en milieu tropical ouvert) dans l'économie de la colonne d'eau ?

Le programme PIRAL a, dans un premier temps, mis à profit les campagnes saisonnières du programme FOCAL pour dresser des cartes des champs de pressions partielles de CO<sub>2</sub> dans l'air et dans l'eau de mer de surface et par là évaluer le flux de CO<sub>2</sub> à l'interface air-mer en zone tropicale. Les mesures recueillies montrent que la ceinture équatoriale, d'un bout à l'autre de l'Atlantique, est une source de CO<sub>2</sub> pour l'atmosphère et cela quelque soit la saison. Jusqu'à présent il était admis que c'était la remontée d'eau profonde avec le phénomène d'upwelling, plus prononcée en juillet qu'en janvier, à l'est qu'à l'ouest, qui était la cause d'une évaporation de CO<sub>2</sub> de l'océan dans l'atmosphère le long de l'équateur. Nos travaux permettent d'affirmer qu'au contraire le flux de CO<sub>2</sub> s'échappant de la mer le long de l'équateur est plus important à l'ouest qu'à l'est et qu'il est dû au réchauffement de l'eau de surface lors de son advection vers l'ouest entraînée dans le Courant Équatorial Sud. La seule zone "puits", c'est-à-dire celle où le CO<sub>2</sub> atmosphérique peut être absorbé par l'océan, que nous ayons relevée, est la région au nord de 10° N, et en janvier seulement quand l'eau de surface refroidie par l'hiver boréal peut dissoudre une plus grande quantité de CO<sub>2</sub>.

Au plan biologique, ces mêmes campagnes révèlent que la couche homogène renferme en majorité (70 % en moyenne) du phytoplancton qui passe au travers d'un filtre de porosité 1 micron. Des expériences d'assimilation de <sup>14</sup>C sur cette fraction montrent qu'il s'agit bien d'organismes vivants ayant des taux de croissance élevés. Nous sommes donc en présence d'un monde végétal et bactérien dont on ignore totalement les propriétés physiologiques, les besoins en sels nutritifs et le rôle dans le réseau trophique. Identifier, compter et étudier les propriétés métaboliques de ce "picoplancton" dont on ignorait jusqu'à l'existence il y a quelques années et qui domine dans 40 % des eaux de la planète, constitue l'un des objectifs de la campagne PIRAL réalisée dernièrement.

A la suite des campagnes FOCAL, à caractère essentiellement descriptif, la campagne PIRAL s'attache plus particulièrement à la compréhension des mécanismes à une échelle géographique plus réduite. Elle consiste en plusieurs séries d'observations en points fixes de longue durée (8 à 12 jours) dans deux systèmes hydrologiques reconnus pour être typiques et représentatifs de régions plus vastes de l'Atlantique tropical et qui ont un comportement différent vis à vis du CO<sub>2</sub> atmosphérique :

- la zone de convergence nord-équatoriale (4 à 5° N), où la thermocline relativement profonde est surmontée d'une épaisse couche homogène à faible réserve nutritive ;
- la zone du dôme de Guinée (12° N), où la thermocline plus proche de la surface maintient un taux élevé de sels nutritifs dans la couche euphotique et stimule la production primaire.

Cette campagne marque la fin des activités hauturières du programme et les

La campagne PIRAL, qui s'est déroulée à bord du N.O. NOROIT du 18 juin au 8 août 1986, a vu la participation de 16 scientifiques originaires de divers laboratoires (ORS TOM/Dakar - CRO/Dakar-Thiaroye - CRO/Abidjan - ORSTOM/Paris - ORSTOM/Tahiti - UBO/Brest - IFREMER/Nantes). Les observations furent nombreuses (157 stations hydrologiques avec bathysonde à rosette - 60 stations courantométriques avec profileur de courant - 30 stations de prélèvements d'échantillons de grand volume avec une bouteille de 30 litres) et variées (température - salinité - oxygène - gaz carbonique - azote - argon - krypton - méthane - protoxyde d'azote - pH - sels nutritifs - pigments chlorophylliens - particules - production primaire - biomasse bactérienne - production hétérotrophique - pénétration lumineuse - mesures isotopiques : <sup>3</sup>He - <sup>3</sup>H - <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C).

chercheurs impliqués dans PIRAL s'attachent à présent à l'exploitation des résultats. Cependant, parallèlement à ce travail d'interprétation, sera poursuivie au cours de l'année 1987 une opération de surveillance des échanges de CO<sub>2</sub> à l'interface océan-atmosphère en zone côtière devant le Sénégal où la marque de l'upwelling saisonnier est très forte, en collaboration avec le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye.

**C. OUDOT**  
Centre ORSTOM  
de Dakar UR 101

*PIREN : Programme Interdisciplinaire de Recherches sur l'Environnement.*  
*Thermocline : couche d'eau où la température diminue rapidement au fur et à mesure que la profondeur augmente.*  
*Couche euphotique : couche d'eau où la lumière est suffisante pour stimuler la photosynthèse.*  
*Réseau trophique : ensemble des liens de nutrition entre les organismes vivants (chaîne alimentaire).*  
*Eaux oligotrophes : eaux contenant très peu de sels nutritifs.*  
*Gaz biogéniques : gaz libérés par l'activité des organismes vivants.*

## THÈSES SOUTENUES

### DÉPARTEMENT A

5 mai 1987 : Pierrick ROPERCH (Commission Scientifique Géologie-Géophysique) thèse de doctorat en sciences de la terre - Université de Rennes I - "Le comportement du champ magnétique terrestre au cours de transitions de polarité". Mention très honorable et félicitations du jury.

### DÉPARTEMENT G

11 février 1987 : Suzanne CHAZAN GILLIG - Thèse de doctorat en anthropologie - Université Paris V - "Echanges, pouvoir, représentations Côte Ouest de Madagascar-Menabe-Royaume Sakalava du Sud (ancienne préfecture de Morondava)".

### DÉPARTEMENT D

Michel SURRE - UR 403 Thèse de Doctorat soutenue en novembre 1986 à l'Université de Toulouse-Mirail à l'Institut de Géographie sur le thème "L'état et les communautés. Jeux d'espaces et de pouvoirs entre communautés villageoises et appareils d'état dans le tiers-monde. Etude de cas en Afrique du Nord (atlas berbère) en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire), et en Amérique Latine (Michoacan Tarasque).

L'ORSTOM vient de reprographier en 43 exemplaires une thèse de troisième cycle soutenue en 1973, sous la direction d'André Leroi-Gourhan, par Anne Lavondès :

**La culture matérielle en Polynésie et les collections du Musée de Tahiti et des Iles.**

Tahiti, 1976. 3 volumes, 904 pages, bibliographie, index des collections, 29 figures, 111 planches de dessins et photographies en noir et blanc.

température de l'eau). Nous avons adopté une relation liant le coefficient de transfert à la vitesse du vent établie à partir d'une compilation de résultats expérimentaux (soufflerie) et d'observations de terrain ;

– les échanges à travers la thermocline\* : en milieu tropical, ils constituent un élément primordial à de multiples égards. La présence quasi-permanente d'une thermocline dans l'océan tropical, contrairement aux régions tempérées, est un obstacle aux

échanges verticaux. Elle constitue un barrage pour les échanges thermiques de la surface vers les couches profondes (répercussion sur la température de la couche de surface et par conséquent sur la pression partielle de  $CO_2$  océanique), le transfert en profondeur du  $CO_2$  atmosphérique absorbé dans la couche de surface (mélange vertical réduit avec les couches profondes) et l'apport de sels nutritifs dans la couche euphotique\* qui contrôle la consommation biologique du  $CO_2$ .

Les campagnes FOCAL nous fournissent déjà une bonne description des structures thermoclinales par les observations océanographiques classiques. L'évaluation des échanges est complétée par deux approches : l'étude de la distribution des gaz traces dissous ( $N_2O - CH_4$ ) qui présentent une distribution verticale particulière (maximum de sursaturation au sommet de la thermocline) et l'étude des profils de tritium et d'hélium 3 (excellents traceurs des échanges entre la couche de

surface et la couche sub-thermoclinale).

– le rôle des mécanismes biologiques dans les couches euphotique (photosynthèse) et thermoclinale (respiration). La production primaire dans la zone superficielle des océans joue un rôle essentiel dans le cycle du carbone au sein de la mer. Au cours de la photosynthèse, le gaz carbonique est fixé par les organismes primaires, ce qui entraîne un déplacement des équilibres aussi bien au sein de la mer qu'entre océan et atmosphère. Par contre, la respiration des organismes vivants et la dégradation de la matière organique enrichissent l'eau de mer en matière carbonée. Comme ces derniers processus ont lieu le plus souvent à des profondeurs supérieures à celles où s'est faite la photosynthèse (migrations zooplanctoniques et sédimentation des débris), on peut assister par le biais des processus biologiques à un transfert net de carbone de la surface vers les couches profondes de l'océan, constituant ainsi un véritable "pompage biologique" du carbone. L'estimation de la production végétale océanique a reposé jusqu'à ce jour sur une méthode unique : la méthode d'incubation au  $^{14}C$ . Or depuis une dizaine d'années, cette méthode est suspectée de sous-estimer très fortement (au moins un ordre de grandeur) les valeurs de la production photosynthétique et cela particulièrement dans les eaux oligotrophes des océans tropicaux et subtropicaux du large. Comme les zones oligotrophes de l'océan tropical occupent près de 40 % de la superficie de l'océan mondial, il se pourrait bien qu'une nouvelle estimation (basée en particulier sur des mesures de production d'oxygène photosynthétique) de la production globale des océans oblige à réviser les idées reçues sur le rôle, considéré

Flux net moyen de  $CO_2$  s'échappant de l'océan dans l'atmosphère (hachures verticales) ou rentrant dans la mer (pointillés). La ceinture équatoriale océanique Atlantique ( $5^{\circ}N-5^{\circ}S$ ) est toujours une source de  $CO_2$  pour l'atmosphère.

### FLUX NET MOYEN $CO_2$ mmol.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup>

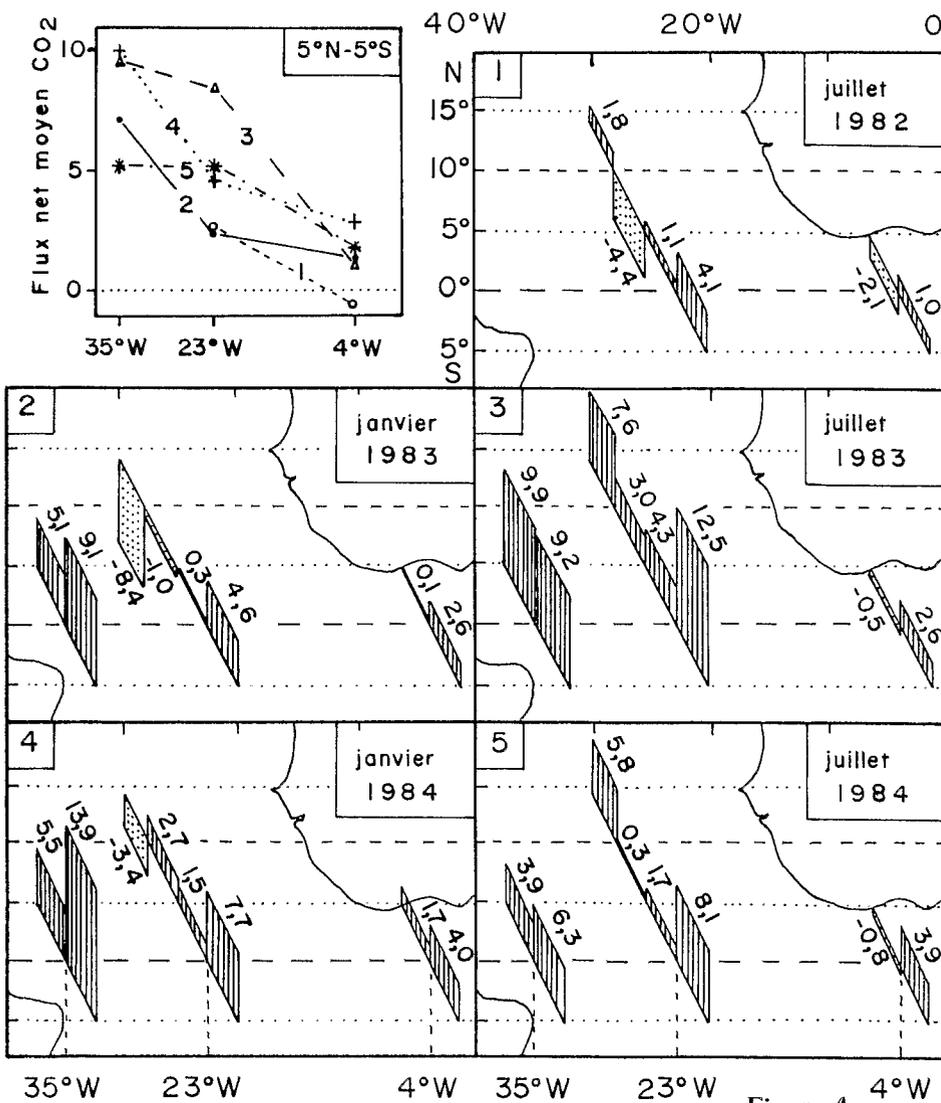


Figure 4

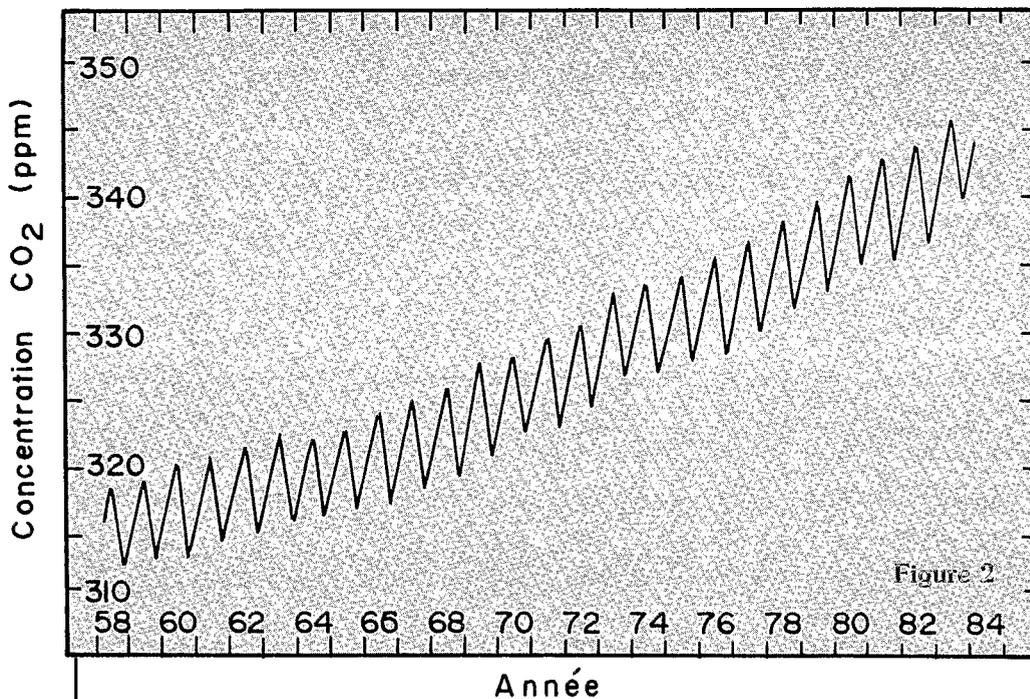


Figure 2

Augmentation de la concentration de  $\text{CO}_2$  atmosphérique de 1958 à 1984 à l'Observatoire de Mauna Loa, Hawaï, d'après les observations de C.D. KEELING. Les oscillations représentent les variations saisonnières.

que, l'eau de mer n'augmente sa teneur en  $\text{CO}_2$  total que de 1 %. Ainsi au fur et à mesure que la teneur en  $\text{CO}_2$  total de l'océan augmentera, sa capacité à absorber le  $\text{CO}_2$  anthropogène diminuera ;

- l'autre biologique car le phytoplancton à l'image des végétaux terrestres assimile le gaz carbonique pour synthétiser la matière vivante. Il a été suggéré à plusieurs reprises récemment que la variation d'abondance du  $\text{CO}_2$  atmosphérique dans le passé pouvait être une réponse aux changements de la productivité biologique marine.

L'entraînement de carbone vers le fond des océans par la sédimentation des particules biologiques constitue une étape importante du cycle du carbone à l'échelle globale de l'océan au même titre que la plongée dans les zones de formation des eaux profondes. Le lancement récent de deux programmes (GOFs aux États-Unis et FMO en France) illustre l'importance accordée à cette question.

L'océan, au contraire de l'atmosphère, n'est pas très homogène en ce qui concerne la distribution du  $\text{CO}_2$  gazeux et des ions bicarbo-

nate et carbonate. Certaines régions océaniques de surface sont du simple point de vue des échanges gazeux une "source" de  $\text{CO}_2$  pour l'atmosphère tandis que d'autres constituent un "puits". De plus la fonction source/puits peut changer d'une saison à l'autre pour une même zone océanique. D'où la nécessité d'entreprendre des recherches sur le plus grand nombre possible de régions océaniques pour appréhender tous les aspects de la phase marine du cycle du  $\text{CO}_2$  et tenter

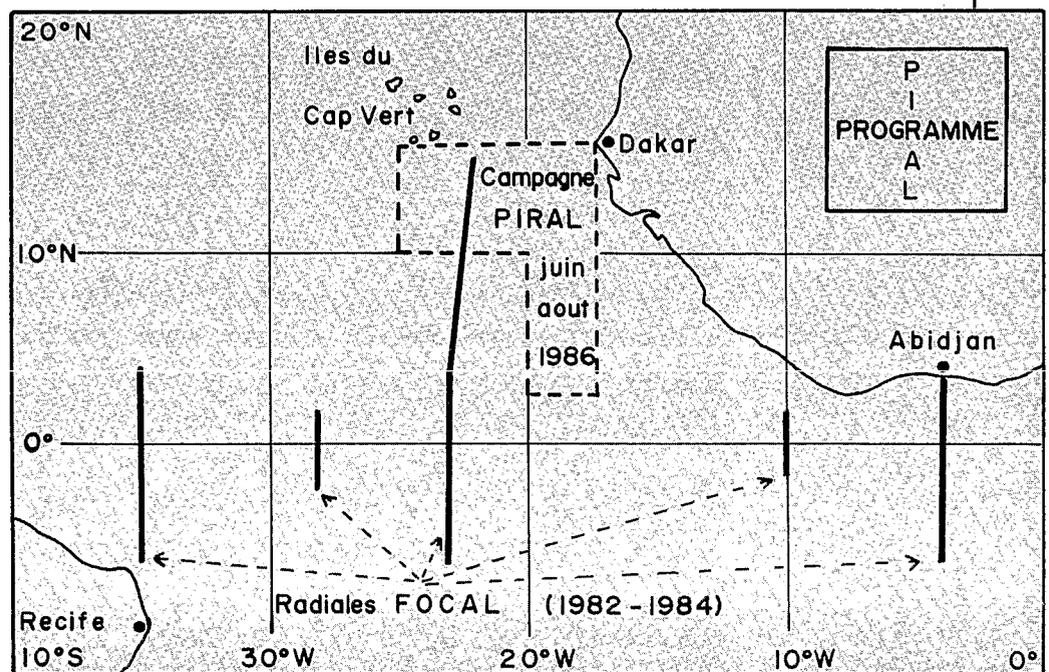
un bilan global du rôle de l'océan dans la régulation du  $\text{CO}_2$  atmosphérique.

L'ORSTOM, fort de ses connaissances de la zone tropicale Atlantique et de ses implantations à proximité des sites hydrologiques caractéristiques (upwellings équatorial et côtier - convergence - dôme thermique), a donc mis sur pied le programme PIRAL (PIRen dans l'Atlantique tropical) pour étudier la régulation du  $\text{CO}_2$  atmosphérique par l'océan à travers les échan-

ges physiques et la production primaire dans l'Atlantique tropical.

Pour préciser la contribution de l'océan tropical au budget global de carbone, trois objectifs scientifiques sont retenus :

- l'évaluation du flux de  $\text{CO}_2$  à travers la surface de la mer, interface obligé des échanges de  $\text{CO}_2$  entre atmosphère et océan. Elle suppose la connaissance du gradient de concentration de  $\text{CO}_2$  à l'interface air/mer d'une part et la cinétique des échanges d'autre part. Le premier terme ne soulève pas de difficultés majeures et repose sur des mesures systématiques sur le terrain des pressions partielles de  $\text{CO}_2$  dans l'air et dans l'eau de mer de surface. Elles ont pu être réalisées grâce aux campagnes océanographiques saisonnières FOCAL\* qui permettent une bonne description des variabilités régionale et saisonnière du gradient de  $\text{CO}_2$  à l'interface qui conditionne les échanges. La vitesse à laquelle se font les échanges gazeux à la surface de la mer est plus difficile à évaluer : elle dépend principalement des conditions qui règnent à la surface de la mer (vitesse du vent - déferlement des vagues -



Sone géographique d'activités du programme PIRAL.

Figure 3

# PIRAL

## Un programme de recherches sur l'environnement

Ce programme voit le jour lors du lancement en 1982 par le PIREN\* (CNRS) d'une Action Incitative sur le "Cycle du Carbone" dans le cadre d'une étude de l'environnement à l'échelle planétaire. Cette action vise à fournir les informations nécessaires à la prévision de l'évolution de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique consécutive à l'utilisation croissante des combustibles fossiles. La prise de conscience récente de l'augmentation néfaste du CO<sub>2</sub> atmosphérique à travers le renforcement de "l'effet de serre" de l'atmosphère communément attribué au CO<sub>2</sub>, gaz

radiativement actif, a incité les océanographes et les géochimistes à étudier de près la capacité de l'océan à piéger l'excès de CO<sub>2</sub> atmosphérique (Programmes GEOSECS- TTO - INDIGO). En effet, le désaccord constaté entre l'apport de carbone par les combustibles fossiles et l'augmentation observée de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est attribuée pour la plus grande part à l'absorption de CO<sub>2</sub> par l'océan. L'importance de ce problème est illustrée par le choix du Cycle du Gaz Carbonique comme thème des premières "Journées de l'Environnement" tenues dernièrement à Paris

par le PIREN du CNRS. L'association des variations de CO<sub>2</sub> atmosphérique et du climat de la planète n'est pas pure hypothèse concernant l'avenir. Le décodage récent des informations stockées au cours du temps au sein de la glace polaire et des sédiments marins, fournit un témoignage unique des interactions possibles entre CO<sub>2</sub> atmosphérique et climat. L'analyse récente des bulles d'air piégées dans des carottes de glace de l'Antarctique permet la reconstitution d'un enregistrement exact des fluctuations non-anthropogéniques de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Au cours du dernier

maximum glaciaire, il y a 18 000 ans, la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique était particulièrement faible : environ 200 ppm et depuis elle a augmenté de 70 ppm jusqu'à l'avènement de l'ère industrielle au siècle dernier. Cette augmentation, pratiquement de même amplitude que celle causée tout récemment par l'activité humaine (la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique dépasse aujourd'hui 345 ppm), s'est effectuée parallèlement au réchauffement climatique qui a fait sortir notre Terre du dernier âge glaciaire.

La croissance exponentielle des rejets anthropogéniques de CO<sub>2</sub> conduit à prévoir que la concentration de CO<sub>2</sub> atmosphérique aura doublé au milieu du siècle prochain. Les simulations du climat, à l'aide de modèles de circulation générale de l'atmosphère, font apparaître un certain nombre de modifications : réchauffement moyen de la surface de la Terre compris entre 1,3 et 4,2° C - réchauffement plus marqué aux hautes latitudes - modification des contrastes saisonniers - augmentation des précipitations moyennes annuelles avec de grands écarts saisonniers.

L'absorption du CO<sub>2</sub> atmosphérique par l'océan emprunte eux voies :

- l'une chimique car l'eau de mer est un milieu basique qui neutralise l'acide carbonique. Cependant la capacité d'absorption de l'océan est loin d'être infinie. L'eau de mer présente un certain pouvoir tampon : pour une augmentation de 10 % du CO<sub>2</sub> atmosphérique

### PIRAL PIRen Atlantique tropical

La surface océanique : site privilégié des échanges gazeux (physiques et biologiques) qui gouvernent la composition de l'atmosphère.

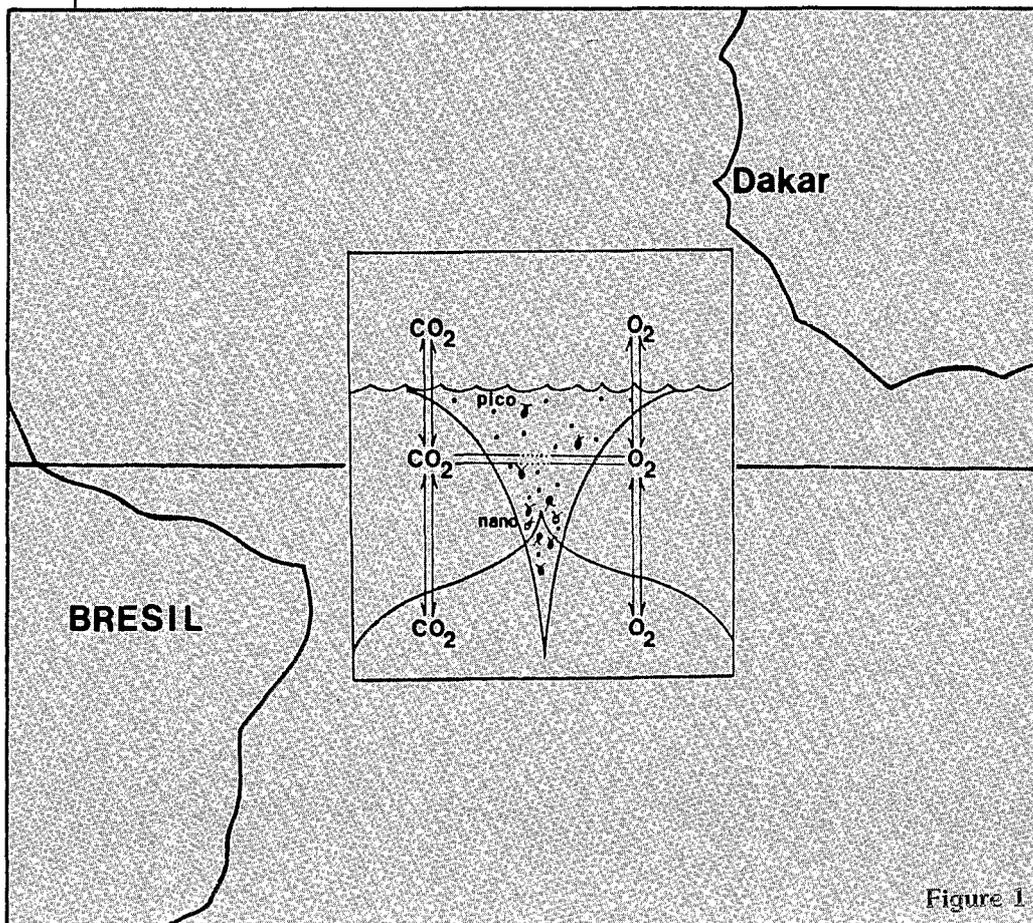


Figure 1

\* Programme FOCAL : programme français sur l'océan et le climat de l'Atlantique Equatorial.

# LE NAVIRE OCÉANOGRAPHIQUE ALIS

## Caractéristiques techniques

VITESSE	10 nœuds à 80 % régime maxi
LONGUEUR Hors Tout	28,40 m
LARGEUR HM	7,60 m
CREUX	3,80 m
TIRANT D'EAU ARRIÈRE	3,55 m
CALE (Chambres vivres + scientifique)	12,5 m <sup>3</sup> (à - 20°)
CALE (Chambres vivres)	8 m <sup>3</sup> (à + 4°)
COMBUSTIBLE	40 000 l
EAU DOUCE	20 000 l + production 1 000 L/24 h
PUISSANCE	800 cv
PERSONNEL A BORD	Commandant, chef mécanicien, second capitaine, second mécanicien, maître d'équipage, 6/7 hommes d'équipage, 6/7 scientifiques.
<b>COUT</b>	
Navire et équipement de base	13 200 000 F
Équipement scientifique (financements FIDES)	1 720 000 F

## CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

Le navire naviguera en première catégorie et sera armé à la grande pêche.

Il dispose d'une autonomie de 15 jours en route libre à la vitesse de 10 nœuds. La navire est climatisé et insonorisé et les vibrations maintenues au niveau le plus bas possible.

## MOYENS, INSTRUMENTS DE NAVIGATION :

- 1 gyrocompas SPERRY SR 50 avec pilote automatique ;
- 1 Loch électromagnétique GALATHÉE 400 ;
- 2 sondeurs SKIPPER ;
- 2 radars JRC JMA 3307 ;
- 1 récepteur cartes météo TAYO TF 733 ;

cette zone de l'Océan Indien très peu connue mais promise à un brillant avenir halieutique.

### CEPROS

La Seychelles Fisheries Authority et l'ORSTOM effectuent actuellement, avec les moyens limités de la pêche artisanale, la prospection des remontées en poissons et crevettes de l'immense plateau continental des Seychelles. Profitant alors du passage de l'Alis dans la zone, ils se sont accordés pour étendre cette prospection aux accores du plateau continental et aux hauts-fonds voisins

(jusqu'à 1 000 m de profondeur).

Un spécialiste de l'ORSTOM, un chercheur seychellois et 4 techniciens de la SFA poseront pendant plus de deux semaines en continu de jour comme de nuit, des lignes de fond pour les mérous et les vivaneaux très prisés par les marchés de la région, et des filières de casiers pour les crevettes profondes et les crabes rouges. Cette campagne CEPROS devrait permettre de délimiter et d'inventorier les gisements les plus intéressants de ces accores et d'évaluer leurs stocks pour une future exploitation.



L'équipage de l'Alis.

- 1 radio goniomètre TAYO TDL 1100 ;
- 1 émetteur/récepteur BLU SKANTI TRP 8750 S MHF/HF 750 w. 1,6 à 30 MHz ;
- 1 émetteur/récepteur VHF SKANTI TRP 2500 - 56 canaux ;
- 1 récepteur de veille SAILOR R 501 ;
- 1 système de navigation par satellite KODEN ;
- 1 sonar SKIPPER S 113 80 KHZ ;
- 1 sondeur grand fond EDO ;
- 1 thermographe de surface.

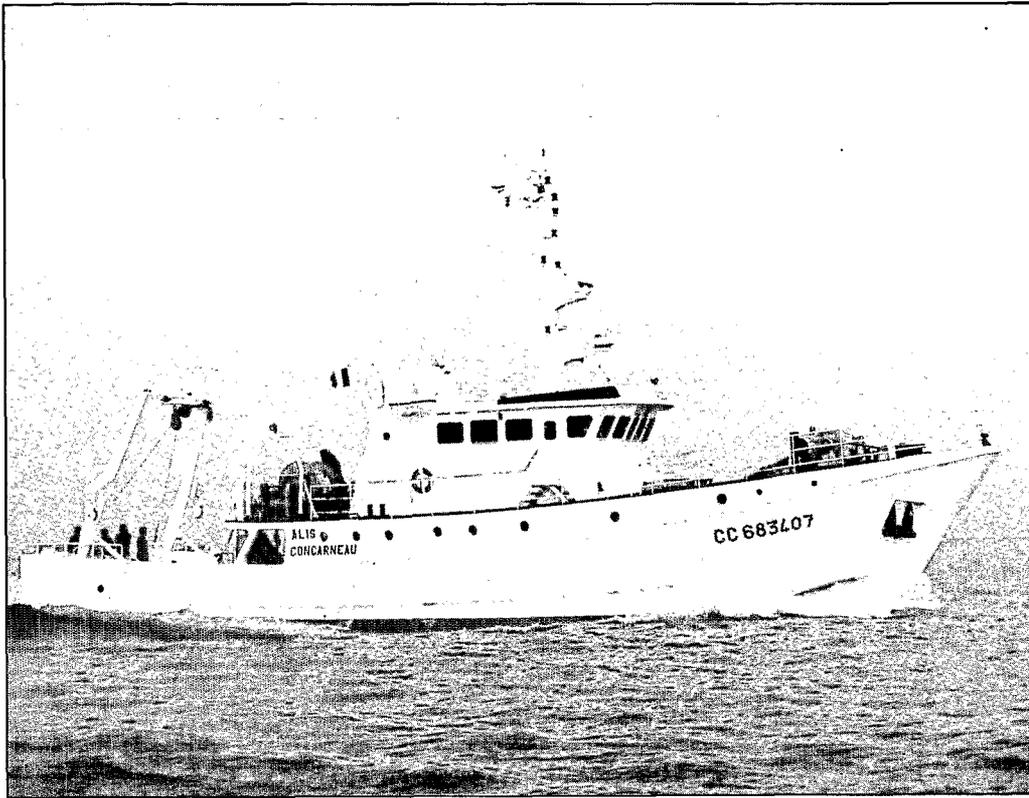
## ÉQUIPEMENT DE PONT, APPARAUX DE MANŒUVRE

- 2 demi-treuil hydrauliques de pêche pouvant recevoir 1 500 mètres de câble de 18 mm de diamètre traction au diamètre moyen : 5 T ;
- 1 treuil de dragage hydraulique pouvant recevoir 4 000 mètres de câble de 12,7 de diamètre ; traction au diamètre moyen : 5 t ;
- 1 treuil d'hydrologie hydraulique pouvant recevoir 2 000 m de câble 5,5 mm de diamètre ; traction au diamètre moyen : 1 t ;
- 1 treuil bathysonde, équivalent au treuil d'hydrologie mais également équipé d'un collecteur tournant multicontacts et d'un câble porteur-conducteur de 5,5 mm de diamètre ;
- 1 treuil hydraulique vire-lignes et casiers, traction : 1 000 kg ;
- 1 enrouleur de chalut hydraulique ;
- 1 sondeur de filet ;
- 1 portique arrière basculant type Mac Gregor, débattement : 450 de chaque bord ; débordement sur l'arrière du tableau : 2 mètres environ ; hauteur sous réa : 4 mètres ; effort de levage : 5 tonnes ;
- 1 treuil de manœuvre pour 80 mètres de câble de 18 mm de diamètre ; effort : 5 tonnes ;
- 1 conteneur de 10 pieds (2,5 t de charge) pourra être fixé sur la plage arrière ;
- 1 grue marine à flèche télescopique 6-7 T/m type HIAB.

## AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS POUR LE TRAVAIL SCIENTIFIQUE

Le personnel scientifique disposera d'une partie de la passerelle (utilisation de sondeur grand-fond, sondeurs scientifiques biologiques, écho-intégration, navigation de très haute précision...), d'un laboratoire sec (enregistrement et travaux d'électronique et d'informatique), d'un laboratoire humide (échantillonnage d'eau, de poissons, de roches...) pour des travaux directement liés aux récoltes faites sur le pont de travail, le pont arrière.

L'équipement de base de ces laboratoires : batterie de bouteilles d'échantillonnage d'eau avec thermomètres à renversement, diverses sondes d'enregistrement de température, profondeur et salinité de l'eau, appareils de mesure (salinomètre...), écho-intégrateurs, échosondeurs de grand fond, micro-informatique..., sera complété d'un matériel spécifique à chaque équipe de travail, suivant le programme de recherche à accomplir.



## Premiers travaux de l'Alis dans l'Océan Indien Septembre-Octobre 1987

### INDOTHON

La Seychelles Fisheries Authority et l'ORSTOM, qui analysent ensemble depuis plusieurs années le développement considérable de la pêche thonière dans l'ouest de l'Océan Indien, souhaitent depuis longtemps étudier l'upwelling somalien à l'époque où la flotille des senneurs français et espagnols s'y déplace avec succès.

La mousson de sud-ouest qui s'installe dans le nord de l'Océan à partir de mai, provoque dès juin au large des côtes de Somalie un upwelling (c'est-à-dire des remontées d'eaux profondes froides et riches en éléments nutritifs). Il s'ensuit un développement des réseaux trophiques dans une zone bordée par l'Océan tropical pauvre. Cette zone semble attirer les thons, les flotilles thonnières y font de très bonnes prises en fin de mousson d'été.

Le voyage de ralliement de l'ALIS à son port d'attache de Nouméa, à travers l'Océan Indien, fournit l'occasion de réaliser à coût minimal une "première" dans l'Océan Indien : l'étude simultanée d'un phénomène hydrologique majeur et de son influence sur les rendements des pêches.

Pendant 16 jours et sur plus de 3 000 milles nautiques 2 chercheurs de l'ORSTOM et 2 chercheurs seychellois mesureront au voisinage des zones de pêche les nitrates et la chlorophylle à 15 niveaux d'immersion, enregistreront la structure thermique en surface et jusqu'à 400 m en profondeur, récolteront le plancton pour des analyses détaillées en laboratoire.

Grâce aux images prises à la même période par les satellites défilants, les résultats acquis par cette campagne INDOTHON alimenteront une première et indispensable connaissance de

eaux plus froides que la théorie géologique du gradient thermique ne l'aurait voulu. Ce qui prouve que les eaux pénètrent dans l'atoll par percolation, ce sont des eaux riches en nitrates et en phosphate et ces eaux froides cheminent par une sorte d'ascension de cheminée thermique pour percoler au fond des lagons ou sur la paroi des récifs, d'où l'explication de la productivité des récifs coralliens.

La connaissance de la productivité potentielle des lagons coralliens sera une des clefs qui conditionnera la possibilité d'implantation d'activités d'aquaculture. C'est dire combien les recherches fondamentales sont essentielles pour pouvoir programmer un aménagement rationnel des ressources vivantes dans l'ensemble des régions coralliennes des mers tropicales.

Les lagons et les récifs présentent aussi un intérêt immédiat : en Nouvelle-Calédonie grâce aux travaux menés par le navire océanographique VAUBAN qui est le prédécesseur de l'ALIS, les chercheurs de l'ORSTOM ont pu mettre en évidence l'existence d'un

certain potentiel : grâce à un maillage serré de dragages accompagnés d'observations en plongée, un gisement de mollusques de la famille des coquilles St-Jacques (*Amusium bailloti*) a été découvert dans les parages des îles Belep au nord de la Nouvelle-Calédonie. Par ailleurs, grâce à l'utilisation des données de la télédétection, les zones propices au développement du peuplement des escargots de mer nacrés Trocas (*Trochus niloticus*) ont pu être localisées dans les formations de la barrière corallienne du Sud-Ouest de la Grande Terre...

Compte tenu de ce premier résultat l'ORSTOM va développer les travaux de traitement d'images de télédétection sur l'ensemble de la zone océanique intertropicale et tout particulièrement à NOUMÉA où le centre sera opérationnel vers la mi-janvier 1988 en matière de traitement d'images.

Enfin, les dernières diapositives présentent un autre aspect de l'acquisition des nouvelles connaissances halieutiques grâce à la participation de l'ORSTOM à

un vaste programme international.

Dans le cadre de l'opération PROGERMON qui est menée conjointement par l'ORSTOM et les Services des Pêches de Nouvelle-Zélande et des États-Unis, un gisement important d'une population vierge de thons blancs Germon a été découvert dans les parages du 35° Sud, au sud des îles australes en relation avec les phénomènes hydrologiques du front de convergence subtropicale. Ainsi il a été une fois de plus démontré que les observations des températures de surface pouvaient servir à la localisation des champs de pêche productifs jusqu'alors inconnus. Voici quelques exemples qui démontrent à l'évidence combien les campagnes à la mer menées par les bâtiments océanographiques de l'ORSTOM restent indispensables pour l'acquisition et le progrès de la connaissance des richesses océaniques.

Voilà pourquoi nous ne pouvons que nous réjouir de voir l'Alis s'appêter à rejoindre les eaux du Pacifique Sud où il reste encore tellement de choses à découvrir".



Photo : studio L.E. MERDY

MM. DOUMENGE et TENNESON accueillent M. VALADE à Concarneau.

**DÉCOUVERTES  
SCIENTIFIQUES ET  
NOUVELLES  
RESSOURCES  
HALIEUTIQUES  
A TRAVERS LES  
TRAVAUX DE  
L'ORSTOM DANS LE  
PACIFIQUE SUD**  
par le Professeur  
François DOUMENGE,  
président du conseil  
d'administration  
de l'ORSTOM.

"... L'Alis fait partie de l'armement de l'ORSTOM qui est engagé dans une série d'opérations internationales de haut niveau et nous devons d'abord satisfaire aux engagements que nous avons contractés avec nos partenaires étrangers : américains, australiens, néo-zélandais, japonais, pour tenir une partie de l'observation de la plus grande mer du globe. En dehors de cet aspect, qui fait partie du relais des responsabilités internationales de la France qui, dans le Pacifique Sud occupe la plus grande aire géographique, nous avons aussi des programmes plus spécifiques qui correspondent à notre vocation. La vocation de l'ORSTOM c'est de travailler, à partir des recherches fondamentales,

à mettre à la portée des utilisateurs des sphères économiques, des responsables professionnels, un certain nombre d'éléments leur permettant d'utiliser et de valoriser la recherche..."

Après cette introduction générale, François DOUMENGE a plus spécifiquement commenté une cinquantaine de diapositives qui ont permis de mieux visualiser les différentes activités de recherche de l'ORSTOM dans le Pacifique Sud.

"... Voici les grands secteurs dans lesquels nous sommes amenés à travailler et les résultats qui sont les nôtres..."

"... 1<sup>er</sup> point : le travail sur les volcans sous-marins. Présentation d'une photo sous-marine du volcan Mc Donald, sommet à 50 mètres de profondeur. Vue aérienne du volcan Matthew avec fumerolles et émissions sulfurées. C'est un volcan récent, en pleine activité... Situé dans une zone économique très intéressante.

Au sud de la Calédonie, une ride de sea-mounts où

l'on a découvert une trentaine de montagnes nouvelles, peuplées d'animaux inconnus par la science et peut-être un secteur d'isolats parmi les plus intéressants qui pourraient nous permettre de remonter au Jurassique supérieur (140 millions d'années). Tous ces volcans nouveaux et toutes ces zones sont accessibles à la pêche industrielle et au chalutage. Sur ces sea-mounts parmi les animaux nouveaux pour la science : le crinoïde, qui était considéré comme ayant disparu depuis 140 millions d'années, un fossile jurassique vivant dont nous avons ramené 6 exemplaires... D'autres découvertes intéressantes telles que les Octocoralliaires du groupe des Stylastérides exploités à Hawaii en joaillerie. Des crabes, adaptés à la vie en profondeur, des crevettes exploitables, de la taille des gambas, des poissons : les vivaneaux (1 mètre 20 de longueur), poissons de très grande qualité..."

"... 2<sup>e</sup> point étudié par l'ORSTOM : les atolls.

Comment les atolls ont-ils une richesse fabuleuse au milieu d'un océan déserti-

que ? Un exemple : l'atoll de Tikehau étudié depuis 5 ans par l'ORSTOM, dont on a fait la systématique. Les richesses d'un atoll c'est non seulement la pêche mais aussi l'aquaculture et les perles de culture comme à Takapoto qui sont la première exportation du territoire de Polynésie française. Comment et pourquoi ces atolls sont-ils riches et comment estimer leur productivité ? C'est la théorie révolutionnaire de deux chercheurs de l'ORSTOM, F. ROUGERIE et B. WAUTHY, qui viennent de systématiser et d'exprimer en termes scientifiques et techniques la mesure possible de la productivité d'un atoll, l'origine de cette productivité et les conséquences qui en découlent.

Quelle est cette théorie ? La mer étant dépourvue en surface de ressources minérales et de richesses biologiques, un désert ne peut pas donner la fertilité dans un lagon. Grâce aux forages de Mururoa et aux forages américains de Eniwetok effectués en relation avec des expériences atomiques, on s'est rendu compte qu'à l'intérieur de la construction corallienne circulaient des

**ALLOCUTION DE  
M. JACQUES VALADE  
MINISTRE DE  
LA RECHERCHE ET  
DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR**

(...) Il s'agit, tout d'abord, d'un navire produit par la construction navale française, d'un équipement scientifique de qualité qui vient renforcer les moyens de l'ORSTOM et qui va contribuer au développement du programme français de coopération scientifique dans le Pacifique Sud.

L'occasion m'est donnée de féliciter les artisans de la réalisation de ce navire dans les chantiers de Concarneau. La construction de "l'ALIS" a en effet été réalisée ici, à la suite d'un appel d'offres lancé au niveau européen ; l'expérience, la technicité, le savoir-faire des établissements PIRIOU ont prévalu (...).

(...) Il est particulièrement significatif que ce baptême ait lieu aujourd'hui à Concarneau, d'où sont partis les grands armements thoniers pour travailler en liaison étroite avec l'ORSTOM dans l'Atlantique tropical puis dans l'Océan Indien. C'est dire la réalité de l'association dans ce domaine entre les chercheurs de l'ORSTOM et les professionnels. La première mission de "l'ALIS" sera d'ailleurs, sur son parcours vers le Pacifique Sud, de déterminer la relation entre la présence du thon et l'environnement, à un moment où la flotille est en pêche dans l'Océan Indien entre Djibouti et les Seychelles.

La construction et le lancement de "l'ALIS" traduisent le renouvellement et l'extension des capacités d'action

de l'ORSTOM pour assumer les missions et le rôle qu'il doit jouer au sein de la communauté scientifique nationale : mission de recherche scientifique en coopération pour le développement, en confrontation et en complémentarité avec les autres organismes de recherche français qui œuvrent sur le même terrain ou dans des disciplines voisines. Ce sont les orientations que j'ai donné aux responsables de cet organisme, en parfait accord avec M. Michel AURILLAC, Ministre de la Coopération, de valoriser l'outil de recherche et développement exceptionnel que représente l'ORSTOM, en réalisant tous les transferts de technologies possibles à partir de bases scientifiques et technologiques, à partir des orientations de politique de coopération définies par le gouvernement, les chercheurs de l'ORSTOM, dans leur grande majorité, ont parfaitement compris ce message. J'ai pu le vérifier moi-même, très récemment, en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie.

"L'ALIS" remplace le navire océanologique "VAUBAN". Le "VAUBAN" a servi la recherche océanologique dans le Pacifique Sud entre 1972 et 1986. Il a été utilisé pour les campagnes de biologie et de sédimentologie dans le lagon de Nouvelle-Calédonie, pour les campagnes de prospection de pêche à l'extérieur du grand récif de ce territoire français d'outre-mer et pour des missions d'appui en géophysique vers le Vanuatu. Le "VAUBAN" a également participé à la prospection pour la pêche aux appâts vivants autour de la Nouvelle-Calédonie.

"L'ALIS" à son tour, va poursuivre les campagnes précédentes en les développant dans les trois domaines

de l'océanographie physique, biologique - tant en ce qui concerne les inventaires, la biologie fondamentale ou le domaine halieutique -, et géophysique.

Les principales missions scientifiques qui lui sont assignées s'inscrivent dans les développements récents de la connaissance des interactions océan-atmosphère. L'Océan tropical est en effet apparu récemment comme le principal milieu responsable de la variabilité climatique : il s'agit à terme, de comprendre et de prévoir comment l'océan influence l'atmosphère et les variations du climat. Dans les prospections côtières, le navire océanologique "ALIS" renforcera la contribution de l'ORSTOM au programme de surveillance climatique du Pacifique tropical.

De même, une activité importante se développe dans le Pacifique pour l'étude des marges actives et de la lithosphère océanique : l'arrivée d'un navire tel que "l'ALIS" augmentera les possibilités d'opérations de sismique réflexion ou réfraction.

Enfin, la notion de zone économique des 200 milles conduit tous les États à porter une attention particulière aux caractéristiques et aux potentialités de leurs zones économiques exclusives. Les campagnes de "l'ALIS" contribueront à la connaissance des ressources halieutiques marines.

Je souhaite que ce navire qui constitue un équipement important, soit employé au mieux des missions de l'ORSTOM et de la contribution française aux réseaux mondiaux d'observations et de connaissance de la Terre, dans le cadre desquels bon nombre de résultats scientifiques ont été obtenus. Je veux citer les programmes d'Institutions Internationales comme l'Organisation Météorologi-

que Mondiale ou les grands programmes d'intérêt mondial comme ceux de forages des fonds marins, les programmes de géophysique, les programmes de biologie fondamentale.

"L'ALIS" est un élément important du dispositif scientifique de la région du Pacifique Sud, dans laquelle la France est présente, et entend manifester sa présence. Les journées scientifiques du Pacifique Sud qui se sont déroulées en Polynésie française au mois de juillet, sous ma présidence, tout comme la création de l'Université française du Pacifique ont montré notre volonté de développer la recherche et la coopération scientifique dans la région, et de fonder l'engagement de la France dans le développement des pays océaniques sur le dispositif scientifique français. Les moyens financiers nécessaires ont été engagés et l'effort de structuration des interventions est en cours. Le programme scientifique du Pacifique Sud est un programme qui répond à un triple objectif :  
- mener à bien des programmes nationaux ;  
- développer la coopération internationale ;  
- contribuer au développement régional.

Je me félicite de la concertation interministérielle établie à cette occasion tout comme de l'engagement dans ce programme aux côtés d'organismes spécialisés comme l'ORSTOM, d'autres organismes et universités français.

Ainsi, l'affectation du navire océanologique "ALIS" dans la région du Pacifique Sud renforce la possibilité d'accords de coopération avec les pays de la zone et de transferts de technologies, et accroît le rôle d'accueil et de formation des centres de recherches de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française" (...).

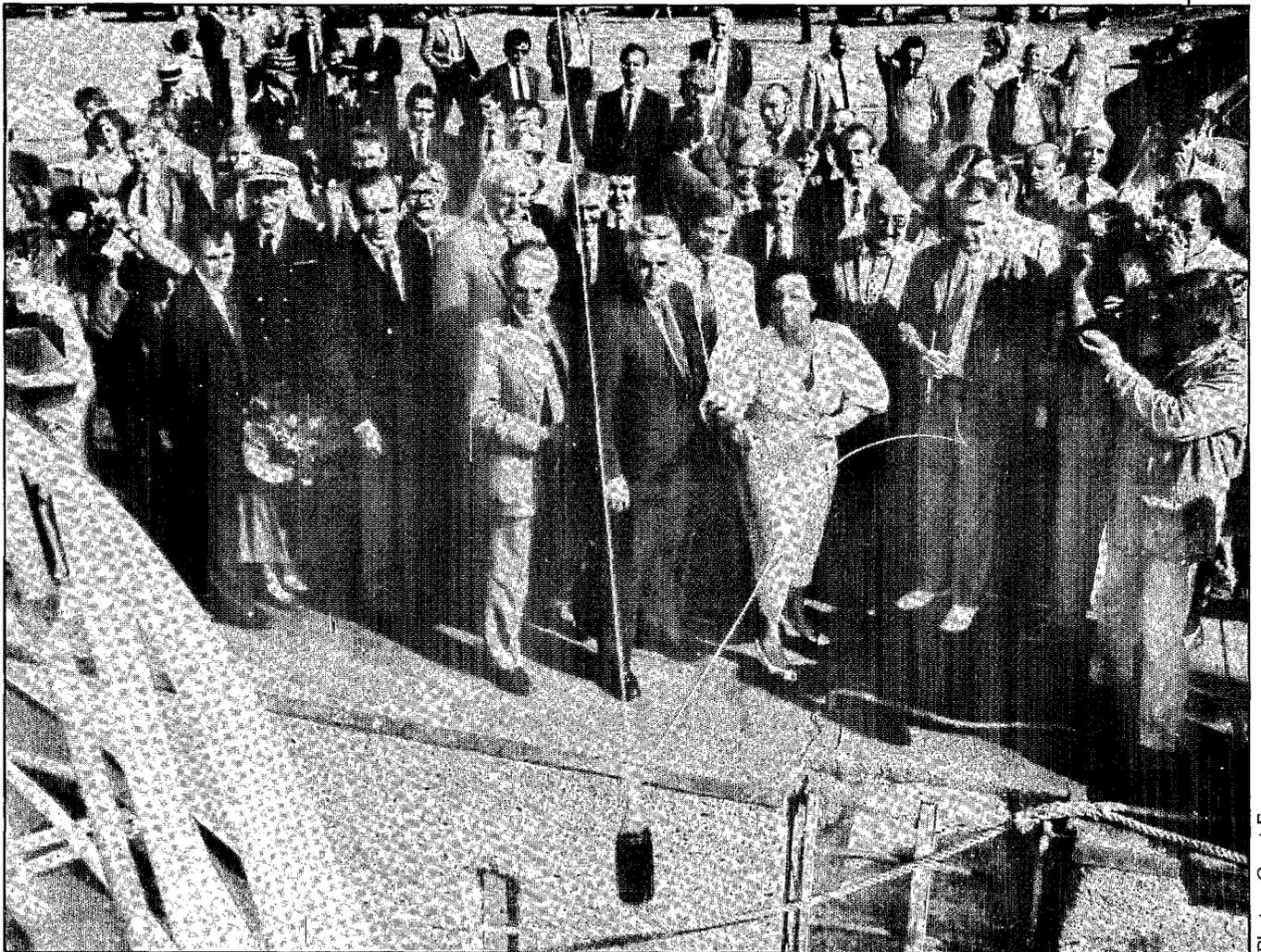


Photo : Ouest France

Madame VALADE baptise l'Alis.

## Un beau baptême pour ALIS

Deux ministres Jacques VALADE (Recherche) et Ambroise GUELLEC (Mer), ont assisté le 4 septembre dans le port de Concarneau au baptême du nouveau bateau océanographique de l'ORSTOM par Mme Anne VALADE, épouse du ministre de la Recherche.

Baptisé *Alis* (*alizé* en breton) ce navire a quitté le 7 septembre Concarneau pour Nouméa, en Nouvelle-Calédonie, son port d'attache.

Ce baptême a été pour M. Valade l'occasion de

souligner l'importance de l'ORSTOM parmi les organismes de recherche français et de ses implantations dans le Pacifique, à Tahiti, en Nouvelle-Calédonie et de ses coopérations avec tous les pays de la région où la France entend jouer un grand rôle et "manifester sa présence comme l'a prouvé récemment la création de l'université du Pacifique".

Dans le budget 1988, a ajouté le ministre, l'ORSTOM sera bien doté puisque sur les 150 postes de scientifiques qui seront créés, neuf lui ont été réservés.

Doté des derniers équipements scientifiques et ayant coûté quelque 15 millions de francs, l'Alis a été construit par les **Établissements Piriou** de Concarneau.

C'est le troisième bateau de l'ORSTOM. Il va montrer que la France entend mener dans le Pacifique une politique scientifique aussi importante que lui impose l'étendue de sa zone économique.

Aux ordres du commandant Pierre FURIC, l'Alis compte quatre Bretons, un Basque, quatre Mélané-

siens, un Tahitien, un Wallisien et un Calédonien dans son équipage. Ces hommes représentent tous les territoires d'outre-mer français du Pacifique. Le bateau mettra 95 jours pour rallier Nouméa à 10 nœuds, sa vitesse de croisière avec des escales à Port-Saïd, Suez, Djibouti, Port-Victoria, aux Seychelles, Djakarta, Port-Moresby en Nouvelle-Guinée.

Vous trouverez ci-après les extraits des interventions de M. VALADE ministre et de M. DOUMENGE, président de l'ORSTOM.

saire de la première mission géodésique et du Colloque "Équateur 1986".

Ce film, tout public, doit mettre en valeur, à partir du souvenir des savants français et espagnols du 18<sup>e</sup> siècle et de leur aventureuse mesure du degré du Méridien, le développement de la coopération scientifique franco-équatorienne et ses domaines d'application à partir notamment des travaux conduits par des équipes de l'ORSTOM.

M. PORTAIS, P. POURRUT et C. DE NONNI ont été les principaux intervenants lors du tournage et de l'élaboration de ce document.

Sortie prévue : fin 1987.

#### - "ATOLLS POLYNÉSIENS"

Film vidéo, 26 minutes. Coproduction avec RFO-Tahiti.

Présentation des recherches océanographiques conduites par l'ORSTOM sur les atolls polynésiens et mise en valeur des connaissances nouvelles sur les processus de fonctionnement (mécanismes de la production biologique, concept d'endo-upwelling, ...).

La direction scientifique est assurée au sein de l'U.R. "Environnement et ressources lagonaires" (A. INTES, J. CHABANNE, E. MORIZE) avec la collaboration de l'U.R. "Océan - Atmosphère".

Sortie prévue : 2<sup>e</sup> trimestre 1988.

#### - "NATURE CONTRE NATURE"

Film 16 mm, 26 minutes. Réalisation : F. BELOUFA.

Ce film, destiné aux secteurs de la Recherche, de l'Enseignement et de l'Industrie, entre dans une série de documents sur la chimie lancée par le C.N.R.S. Son thème : la Chimie comme interrogation de la Nature à partir de

l'exemple de la découverte chez les organismes marins et terrestres de Nouvelle-Calédonie de molécules riches de potentialités pharmacologiques.

Le volet scientifique dans la participation de l'ORSTOM à cette coproduction repose sur le laboratoire de botanique de Nouméa, les U.R. "Environnement et ressources lagonaires" et "Substances naturelles d'intérêt biologique" (programme conjoint ORSTOM-CNRS "SMIB").

Des opérations de tournage en Nouvelle-Calédonie, préparées avec le Centre de Nouméa, sont prévues du 13 au 27 octobre avec la contribution de plusieurs chercheurs, techniciens et plongeurs de l'Institut.

Sortie prévue du film : 2<sup>e</sup> trimestre 1988.

### PHOTO

#### - PRODUCTIONS ET ACQUISITIONS RÉCENTES :

- Fonds BOUDAL, 5 000 négatifs Noir et Blanc ; 40 ans d'histoire d'Abidjan. Exploitation de ce fonds en collaboration avec les chercheurs concernés.

- Reportage photographique sur les cimetières du Caire. 350 clichés dupliqués en 3 exemplaires.

Ce reportage a été exploité au banc-titre pour la réalisation du film 16 mm : "LA CITÉ DES MORTS - LE CAIRE".

- Identification et exploitation en cours de la couverture photographique des films suivants : "IWELEN", site archéologique au Niger ; "SAHEL BLEU", sur les potentialités de la mer en Mauritanie.

- "DIAPOSCOPIE D'UN ATOLL".

Diaporama : réaménagement technique en cours pour la diffusion en 2 modules (19 et 12 minutes).

Duplication des diapositives. Sortie prévue : fin octobre.

#### - DIFFUSION ET EXPLOITATION :

Des normes sont maintenant établies en harmonie avec les autres Instituts de recherche, pour la gestion et la diffusion des images fixes :

- bordereau de prêt,
- tarifs,
- grille d'analyse,
- contrats types (cession de droits, acquisition d'un fonds, commande de reportage).

Ces formulaires imprimés sont disponibles.

L'Unité peut également, avec la collaboration des chercheurs mettre au point la réalisation de reportages photographiques par des spécialistes sur des activités de recherche et des sujets d'actualité pour des utilisations multiples :

- montages audiovisuels, expositions, éditions écrites (internes et externes - des liens s'établissent actuellement avec presse et éditeurs).

#### PROMOTION - DIFFUSION

Conjointement à l'accroissement sensible des demandes internes et externes de diffusion (universités, médiathèques, programmation régulière au cinéma Louis Lumière - CSI La Villette, ...), plusieurs films ont été récemment sélectionnés à des Festivals :

- FIFARC/BORDEAUX et Festival INSA/LYON : "PORTO-NOVO", "LA CITÉ DES MORTS - LE CAIRE",

- RIENA/ROYAN : "PORTO-NOVO",
- ECOVISION'87/BIRMINGHAM : "L'ADIEU AUX ARBRES",
- Pêches maritimes/PENMARCH : "AQUACULTURE EN LAGUNE", "ZAFE LANME", "GÉRER LA MER".

"MARA, LE REGARD DU LION" (OMS-ORSTOM) poursuit sa brillante carrière :

- établissement d'une version japonaise financée par la Banque Mondiale,
- sélections aux :

- 4<sup>e</sup> Festival des Festivals du film court - Villeneuve-la-Garenne - Octobre 86 ;

- 17<sup>e</sup> Journées Internationales du Cinéma médical - San Sébastian, Espagne, octobre 1986 ;

- 28<sup>e</sup> Festival de Cinéma documentaire et de court-métrage - Bilbao, Espagne, novembre 1986 ;

- 2<sup>e</sup> Festival International de Cinéma - Troia, Portugal - Novembre 1986 ;

- Festival du film Croix-Rouge et Santé - Varna, Bulgarie - Mai 1987.

- 2 nouvelles distinctions :
  - Grand Prix du 1<sup>er</sup> Festival International du Film médical (Mauriac, juin 1987).

- Mention Spéciale du Jury au 30<sup>e</sup> Festival National de l'Audiovisuel d'Entreprise / BIARRITZ (juin 1987).

#### CATALOGUE AUDIOVISUEL

Nouvelle édition, mise à jour, prévue pour début 1988.

H. GUILLAUME  
Unité "Audiovisuel"  
DIVA

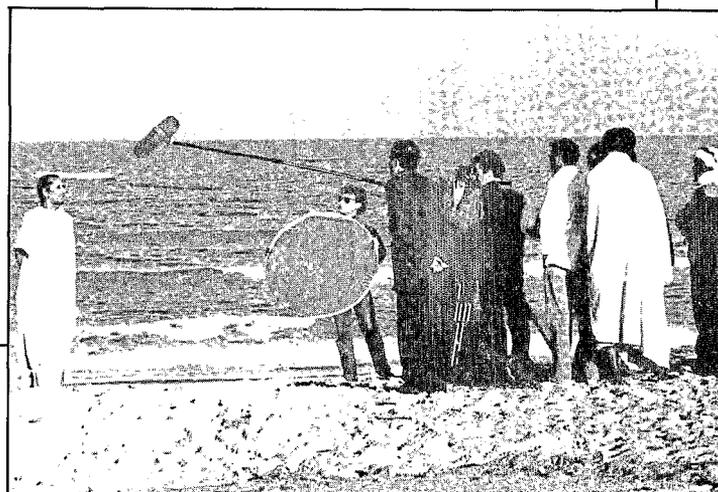


Photo de tournage : enregistrement du ministre Mauritanien des Pêches NOUAKCHOTT - Mars 1987. Photo : H. GUILLAUME.



1<sup>er</sup> tournage - Déc. 86 : TIMIRIS IMRAGUENS - Retour de la pêche. Photo : H. GUILLAUME.

Après la présentation dans le précédent numéro d'ORSTOM-Actualités du tournage du film "IWELEN" et du lancement de la diffusion de "Plus belle sera la moisson", voici quelques nouvelles des principales opérations en cours ou d'événements ayant marqué récemment les activités audiovisuelles.

## COPRODUCTIONS CINÉMATOGRAPHIQUES

### - "SAHEL BLEU"

Réalisation : B. SURUGUE.

2 films 16 mm, 26 minutes chacun.

Coproduction avec le Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches de Nouadhibou (CNROP), en réponse à une sollicitation des autorités mauritaniennes pour appuyer l'engagement d'une politique nationale d'information sur les potentialités de la mer.

Ces films, dont la mise en œuvre et la réalisation ont été confiées à l'Unité "Audiovisuel", sont destinés à sensibiliser la communauté

nationale mauritienne et internationale sur l'importance des enjeux liés à la mise en valeur du patrimoine de pêche, secteur clé pour le développement économique et social de la République Islamique de Mauritanie. Dressant un panorama des pratiques de pêche des plus artisanales aux plus industrialisées, ces films présenteront le cadre particulier de l'écologie régionale (notamment la zone du Parc National du Banc d'Arguin), situeront le cas mauritanien dans ses implications socio-économiques internationales et souligneront la contribution de la recherche scientifique dans la définition de stratégies pour la maîtrise des ressources halieutiques.

La direction scientifique de ce projet est exercée, en étroite association avec les chercheurs du CNROP, par F. DOMAIN avec la collaboration de E. JOSSE et A. DAMIANO (U.R. "Ressources marines côtières").

Pour des raisons saisonnières et de calendrier de pêches, le tournage s'est déroulé en deux phases : la première - en décembre

1986 - principalement consacrée aux pêches traditionnelles des Imraguens, la seconde - en mars 1987 - aux pêches semi-artisanales et industrielles (filmage à bord de langoustiers français, de navires-usine soviétiques et roumains,...), aux activités de recherche (CNROP, navire océanographique N'Diago) et aux questions d'infrastructures (chaîne de froid, aménagements portuaires, ...), commercialisation, ...

Le succès rencontré dans la mise en œuvre de ce projet d'envergure et lors des complexes opérations de tournage doit beaucoup à la qualité de la collaboration avec le CNROP et son Directeur M. Moctar BA et à l'appui constant des autorités mauritaniennes.

Cette coproduction bénéficie du soutien logistique et financier de très nombreux partenaires mauritaniens, institutionnels et professionnels de la pêche, ainsi que de celui de l'IFREMER, du Ministère de la Coopération, d'entreprises françaises et de la C.E.E.

Sortie prévue : fin 1987.

## - "L'HOMME ET LA NATURE"

Série télévisée de 6 films 16 mm, 52 minutes chacun.

Réalisation : G. CALDERON et C. DE KLEMM.

Coproduction avec FR3, Agence 3A, Eolis Production, Telecip.

Placée sous le haut patronage de l'UNESCO, cette série a pour objectif de présenter, à travers divers types d'écosystèmes des différents continents, les transformations en cours et le devenir des milieux naturels et des interactions avec les sociétés humaines.

La participation de l'ORSTOM s'opère sur deux films consacrés aux "Forêts tropicales" et aux "Villes" pour lesquels des chercheurs de l'Institut collaborent à la direction scientifique :

- Y. GILLON, G. COU-TURIER et C. DENAMURE (U.R. "Sols, flores, faunes : organisation, fonctionnement, entropisation des composantes des écosystèmes"),
- E. LEBRIS, A. SINOU, YAPI DIAHOU., A. MANOU et L. BOURGEOIS (U.R. "Politiques Urbaines" et "Accumulation des hommes et des richesses").

Des tournages à Abidjan, en forêt de Taï et en forêt guyanaise ont bénéficié de l'appui des Centres ORSTOM en Côte d'Ivoire et en Guyane.

Programmation FR3 National : 1988.

## - "SUR LES TRACES DE LA CONDAMINE"

Film 16 mm, 45 minutes. Réalisation : Prof. C. COL-LIN-DELAUVAUD.

Cette coproduction avec le CNRS, le Ministère équatorien de l'Éducation et de la Culture, la Société SIGNO et avec le soutien de l'UNESCO, a été engagée à l'occasion du 250<sup>e</sup> anniversaire

matique (UTI) de l'ATOB, il n'y a ainsi aucune césure entre les programmes de l'UTI et ceux que comporte le logiciel TIMOR. Outre sa grande simplicité de conception et d'utilisation, c'est là l'un des avantages de TIMOR, puisque les traitements qu'il effectue sont immédiatement transposables sur les moyens dont dispose l'UTI. Ainsi, des équipes isolées pourront-elles traiter sur le site des documents satellitaires (Landsat MSS, Thematic Mapper et SPOT), s'initier directement à la Télédétection, à être à même d'utiliser avec le maximum d'efficacité les moyens de l'ATOB lorsqu'elles passeront à l'exploitation à grande échelle de leurs résultats.

### STRUCTURES DES DONNÉES

Une disquette 5 pouces 1/4 pouvant contenir 362 K octets, chacune d'entre elles est susceptible de consigner des images de 256 × 256 pixels (4 canaux MSS Landsat ou 3 canaux SPOT) ou des images de 128 × 256 pixels (7 canaux TM).

Dans le cas de MSS Landsat par exemple, la structure des fichiers de données est la suivante :

- enregistrement 1 : descriptif de la scène, lignes, colonnes (format A51, A25, 4 I 4) ;
- enregistrement 2 : ligne 1 du canal 4 (format 2561) ;
- enregistrement 3 : ligne 1 du canal 5 (format 2561) ;
- enregistrement 4 : ligne 1 du canal 6 (format 256 A1) ;
- enregistrement 5 : ligne 1 du canal 7 (format 256 A1) ;
- enregistrement 6 : ligne 2 du canal 4 (format 256 A1) ;
- .....
- enregistrement 1025 : ligne 256 du canal 7 (format 256 A1).

Les données entrelacées ont en effet l'avantage de

rendre plus rapide des programmes de tri ou de combinaison de canaux.

Un programme de saisie des données (soit directement à partir des bandes magnétiques, soit à partir des sous-fichiers créés à l'UTI) et de transfert sur disquette 5 pouces 1/4 a été développé à cet effet.

### DESCRIPTION DES PROGRAMMES DE LA VERSION 1.3

L'ensemble des programmes du logiciel TIMOR a été développé en Fortran 77. Il est en cours d'exploitation depuis décembre 1986, dans sa version 1.0, au centre CPATSA-EMBRAPA de Pétrolina (Brésil).

TIMOR comprend à ce jour 30 programmes dont les grandes lignes sont fournies ci-dessous :

(a) TEST est un utilitaire s'assurant de la structure des données images consignées sur une disquette.

(b) HISTO fournit l'histogramme des différents canaux sur l'ensemble de la scène 256 × 256 ou sur les zones quadrangulaires de cette scène.

(c) SEUIL assure l'impression des images sur imprimante, à l'incrément 1 ou 2, soit à l'aide de symboles définis directement par l'utilisateur, soit en teintes de gris (cf. fig.).

(d) FENET fournit une fenêtre des valeurs numériques des différents canaux centrée en un point défini par l'utilisateur.

(e) TRANS permet d'obtenir la succession des valeurs numériques d'un transect quelconque sur l'image.

(f) MOSAIC assure l'impression à l'incrément 4 d'une image 512 × 512 provenant de l'association de 4 scènes 256 × 256.

(g) EXTAS assure l'extraction et l'assemblage des canaux qui composent ou doivent composer l'image ; ce programme permet

notamment de reconstituer une image en partant des résultats fournis par les traitements suivants.

(h) HISBID calcule et imprime l'histogramme bidimensionnel résultant de la combinaison de deux canaux.

(i) IMHIS fournit l'image provenant de l'exploitation de l'histogramme bidimensionnel.

(j) TRIBOR calcule le degré de résolution des thèmes définis par des bornes numériques sur les 4 canaux, et fournit l'image résultante.

(k) EXTRA assure dans le cadre du logiciel STEPPE (cf. ci-dessous), l'extraction de parcelles d'entraînement quadrangulaires en vue d'études statistiques descriptives.

(l) HYPCUB fournit sur 4 canaux les bornes radiométriques moyenne, médiane, mode d'entraînement de parcelles, et impression cartographique. etc...

### QUELQUES MOTS SUR LE LOGICIEL STEPPE

Ce logiciel développé à l'occasion d'une recherche sur la cartographie du couple sol/végétation dans le Nord-Est brésilien a fait l'objet d'une version micro-ordinateur implantée depuis avril 1986 au centre CPATSA-EMBRAPA de Pétrolina (Brésil).

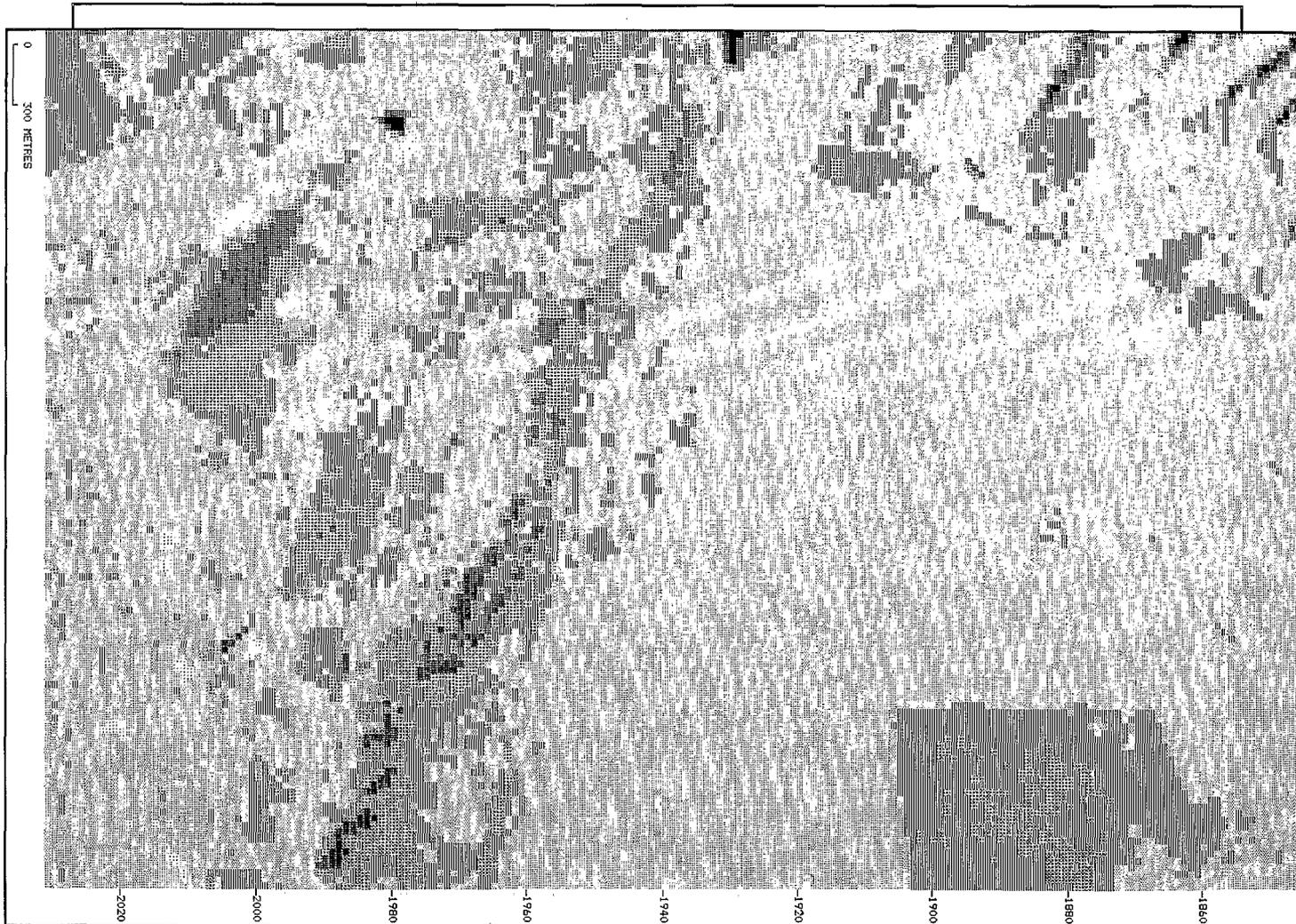
Il s'agit d'un ensemble de programmes assurant des fonctions statistiques élémentaires sur des parcelles d'entraînement quadrangulaires de n pixels, répertoriés sur une image Landsat ou sur quatre canaux d'un document satellitaire. Les parcelles d'entraînement sont regroupées dans n classes à priori, le logiciel STEPPE permettant de modifier à tout moment les premiers regroupements. C'est d'ailleurs la finalité de ce logiciel. En effet, l'intro-

duction de variables exogènes conduit à la définition de critères pertinents débouchant sur une répartition raisonnée des parcelles dans les différentes classes. Ce logiciel comprend un ensemble de traitements établissant, à partir d'une série d'échantillons tests, les corrélations existant entre les réponses spectrales et les données de toute nature recueillies sur le terrain, qu'il s'agisse du degré de recouvrement végétal, de la nature et/ou de l'état de surface des sols, etc... voire de données physico-chimiques. La collecte des données sur le terrain doit donc être directement liée à la méthodologie mise au point au laboratoire. C'est en fait de la qualité des observations faites sur le terrain sans aucune exclusive que dépend celle des résultats obtenus par traitement numérique des données satellitaires correspondantes. Dans cet esprit, les unités de paysage sont considérées comme une association d'éléments primaires dont le logiciel STEPPE peut faire l'inventaire tout en établissant les relations existant éventuellement entre ces éléments et les différents niveaux de la réponse spectrale.

STEPPE comprend 20 programmes également écrits en Fortran 77. L'adjonction du logiciel TIMOR rend à présent possible l'utilisation de STEPPE sans passer par une extraction des parcelles d'entraînement en amont de son utilisation à l'aide des moyens de l'ATOB. Il est maintenant possible de réaliser dans sa totalité une étude de ce type avec des moyens autonomes.

**NOTA** : les deux logiciels et leur documentation vont paraître dans la collection LOGOR des éditions de l'ORSTOM.

**Jean-François PARROT**  
Télédétection  
ORSTOM Bondy



*Seuillage  
du canal TM4  
d'une scène  
de la région de Brasilia  
(DF. Brésil),  
réalisé à l'aide  
d'une imprimante STAR SG15.*

## TIMOR, STEPPE deux logiciels de traitement d'images sur micro-ordinateur

**D**ans le souci de permettre à des équipes de l'ORSTOM ne disposant que de moyens informatiques légers, de réaliser malgré tout des traitements numériques d'images satellitaires qui s'inscrivent dans la logique des divers traitements informatiques qu'a effectué l'Atelier de Télédétection de l'ORSTOM-Bondy (ATO), j'ai développé cette année un logiciel de traitement

d'images sur micro-ordinateur PC compatible IBM utilisant le Système d'Exploitation de Disquettes MS-DOS et disposant d'une imprimante multipoints 132 caractères. De plus, dans sa version 1.2 (1986), le logiciel TIMOR (Traitement d'Images sur Micro-Ordinateur, voire, dans un esprit plus centré sur l'Institut : Traitements d'Images sur Micro-ordinateur ORSTOM) a été conçu pour être utilisable sur une configuration basse, à savoir un compati-

ble IBM ne disposant que de deux lecteurs de disquettes. La présence d'un disque dur ouvre éventuellement de plus grandes possibilités que TIMOR exploite dès à présent. L'objet de cet article consiste donc à présenter en quelques lignes et à l'aide de quelques exemples le logiciel TIMOR (version 1.3 ; 1986) et à informer des possibilités existantes les équipes de l'ORSTOM appelées à faire du traitement d'images dans le cadre de leur recherche.

### QUELQUES REMARQUES

On assiste actuellement à une floraison de logiciels de traitements d'images ayant recours aux moyens qu'offre la micro-informatique. Dans ce contexte, TIMOR peut apparaître comme une petite pierre informatique supplémentaire venant s'ajouter à cet édifice. En fait, sa conception prenant appui sur ce qui a été et est régulièrement développé à l'Unité de Traitement Infor-

Portugais dans cette région) correspondent à des conglomérats fluviaux épais de plusieurs centaines de mètres. Les galets et graviers qui composent la Formation Cangalli comme l'or qu'elle contient proviennent de l'érosion des terrains primaires de la Cordillère Royale. Ces matériaux ont commencé à se déposer il y a une dizaine de millions d'années dans une dépression qui se formait à l'arrière des premiers reliefs de la zone subandine. Plus près de nous, au cours de l'encaissement quaternaire des rivières actuelles dû à la poursuite du soulèvement de la Cordillère, la Formation Cangalli et son substratum ont été disséqués et localement recouverts par des alluvions plus récentes.

Dans ces placers, l'or est présent sous forme de paillettes dispersées dans le sédiment mais il existe des règles générales de distribution. C'est à l'amont que les teneurs sont les plus élevées et elles diminuent vers l'aval, partout c'est dans le fond des anciens chenaux correspondant à autant de lits de rivières successifs, et surtout au contact entre les alluvions et leur substratum (bed-rock) que l'or est le plus abondant. Cette distribution contrôle la mise en valeur. Dans les conglomérats très épais de la Formation Cangalli les sédiments fortement minéralisés de l'amont peuvent être exploités en bloc à ciel ouvert alors que vers l'aval seuls certains niveaux ont un intérêt économique et doivent être exploités en galeries.

La dissection quaternaire de ces dépôts se traduit par une reprise dans le lit des cours d'eau de sédiments anciens et par la reconcentration relative des éléments les plus lourds et parmi eux l'or. Ainsi les alluvions des terrasses fluviales ou du lit actuel des cours d'eau sont plus riches que les matériaux plus anciens qu'elles recouvrent.

Dans les placers du bassin de Tipuani-Mapiri, quel que soit l'âge du sédiment, l'or est présent sous la forme de paillettes dont la taille et la morphologie varient avec les caractéristiques du matériau qui les contient. Dans la Cordillère Royale et le bassin qu'elle domine, le poids moyen des paillettes diminue de l'amont vers l'aval alors que leur forme change : on passe de particules d'or relativement épaisses et à contours irréguliers à des paillettes en forme de lamelles parfois redoublées sur elles-mêmes. De l'amont vers l'aval on observe une homogénéisation des populations de paillettes d'or tant du point de vue granulométrique que morphologique. La caractérisation des particules d'or et leur analyse fine (évolution de leur poids et de leur forme, observation morphologique au MEB, microanalyses) nous ont permis de reconsidérer le problème de l'origine de l'or et de la localisation des minéralisations primaires (recherche fondamentale).

On a également pu mettre en évidence les variations de granulométrie et la morphologie de l'or dans les divers types d'alluvions constituant le placer de Tipuani-Mapiri et ainsi proposer des données qui permettent une meilleure adéquation des techniques de récupération de l'or dans les laveries mieux adaptées aux conditions locales (recherche directement applicable). Ceci nous conduit à élaborer avec les coopératives minières, un projet de laverie-pilote dont le but est d'adapter des techniques simples de récupération aux variations des caractéristiques de la minéralisation détritique.

**Gérard HERAIL,  
Michel FORNARI,  
Gérard LAUBACHER**  
UR F6



*Les alluvions situées dans le lit du Tipuani exploitées en ouvrant des puits et galeries (cuadro) permettent d'atteindre le bed-rock sous le cours d'eau (Photo : Jean-Louis GUYOT).*

#### Références

AHLFELD, F. et BRANISA, L., 1960. Geología de Bolivia. Ed. Don Bosco, 245 p., La Paz.

FREYDANCK, H.G., 1964. Los placeros auríferos al pie de la Cordillera Oriental de Bolivia. Informe DENAGEO : 52 p.

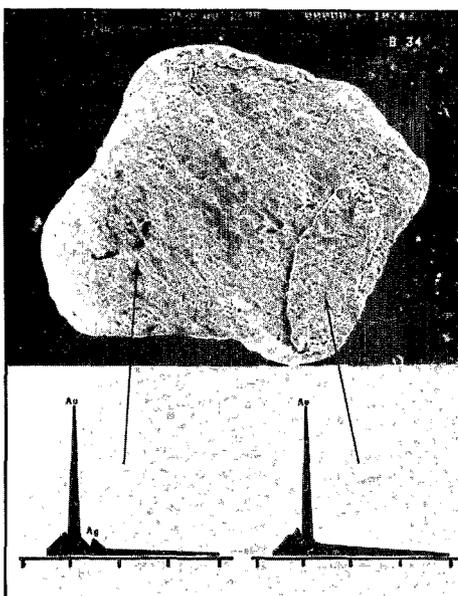
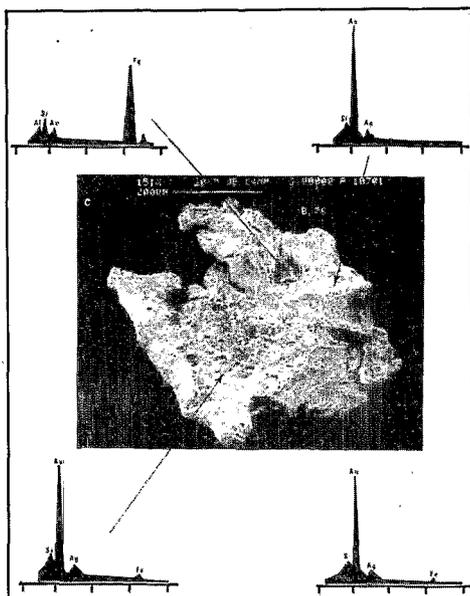
BONNEMAISON, M., FORNARI, M., GALLOSO, A., HERAIL, G., JUNGBLUTH, R., LAUBACHER, G., VERGARA, ZEGARRA J., 1984. Oro primario y oro detrítico en la Cordillera suroriental del Perú. El papel de la geomorfogénesis en la formación de los placeros. Rap. final, 84 p., Convention ORSTOM-INGEMMET 1980-1983.

HISTL, M., 1985. Die goldlagerstätten der nördlichen Cordillera real, Bolivien, und ihr geologischer Rahmen. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A, B.65 : 94 p.

HERAIL, G., ARGOLLO, J., FORNARI, M., LAUBACHER, G., VISCARRA, G., 1986. El distrito de Tipuani, I : Geología, KRYSSOS, I, 2 : 9-15, La Paz.

HERAIL, G., RUIZ, E., ARGOLLO, J., FORNARI, M., LAUBACHER, G., VISCARRA, G., 1986. El distrito de Tipuani, II : Geología, KRYSSOS, I, 3 : 7-14, La Paz.

VISCARRA, G., 1986. Geodinámica y distribución del oro en una cuenca intramontana andina : la parte central de la cuenca de Tipuani-Mapiri (Bolivia). Tesis de grado, UMSA, 66 p.



Microphotographies (M.E.B.) de paillettes d'or provenant du lit de rivières de la région de Tipuani. A gauche, particules d'or provenant de la partie amont (formes cristallines conservées, présence d'argent allié à l'or). Plus en aval (photo de droite) paillettes exploitées et émoussées dans lesquelles l'argent n'est plus décelé en surface mais seulement au fond de stries qui ont récemment mis à nu des zones plus profondes de la paillette.

1867 sa société avait produit une centaine de quintaux d'or. Après cela on retourna à une mise en valeur sporadique et dispersée du gisement jusqu'aux années 1930, date à laquelle on assiste aux premières tentatives de mécanisation mais c'est la Compagnie Aramayo de Mines de Bolivie qui, à partir de 1936, entreprend la mise en valeur du gisement de manière mécanisée (construction de la piste d'atterrissage de Tipuani, construction d'une centrale hydroélectrique...), les travaux d'exploration étant dirigés par deux géologues, William Forrest et Edwin Berry, qui avaient travaillé en Californie. Cette expérience se termine en 1950 à cause des difficultés qui surgirent à propos du régime de paiement des royalties ; néanmoins la Compagnie Aramayo avait produit plusieurs tonnes d'or. Ses concessions furent nationalisées en 1952 puis reversées à des coopératives à l'exception du lit de Mapiri et du Kaka qui en 1956 furent concédés à la South American Placers Inc. qui entreprit leur exploitation avec une drague. En dehors de l'activité de cette compagnie, depuis les années cin-

quante jusqu'à la fin des années soixante-dix, l'or fut exploité dans la région de Tipuani de manière artisanale par les coopératives n'utilisant que la force humaine. Ce n'est qu'à partir du début des années 1980 que, à cause des cours élevés de l'or d'une part et de conditions locales très favorables (prêts du Banco Minero et fuel subventionné notamment), l'exploitation entièrement mécanisée de certains placers situés dans le lit du rio

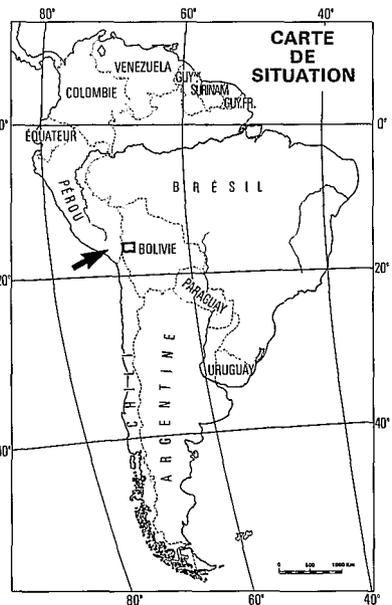
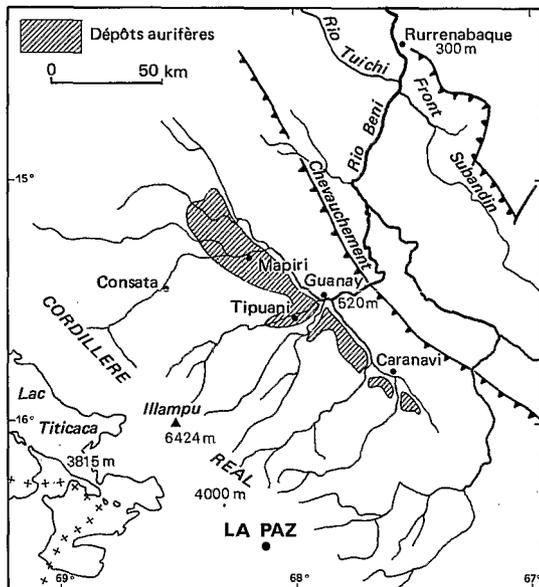
Tipuani a commencé. La rivière est d'abord contenue entre deux digues de terre, les morts-terrains dégagés au bulldozer et les alluvions aurifères transportées par camion jusqu'à une laverie fixe composée d'un crible et d'un sluice.

Cette technique copiée d'une installation montée en 1969 par la Condor Mining près de Tipuani est onéreuse et n'est pas adaptée à tous les types de gisements de la région alors que tout a, au contraire, été fait pour

la vulgariser. Cependant, en dehors de la vallée de Tipuani les tentatives de mécanisation restent embryonnaires et les "mineurs" disposent de peu de données tant sur la localisation de la minéralisation (ce qui rend aléatoire l'exploitation) que sur les caractéristiques de l'or contenu dans le gisement (ce qui explique le faible taux de récupération de certaines laveries). Or c'est dans ces régions que s'implantent la plupart des nouvelles coopératives formées par des gens venus de l'Altiplano ou des mines fermées à la suite de l'effondrement des cours de l'étain. Actuellement, il y a dans le bassin de Tipuani-Mapiri 260 coopératives composées de près de 9 000 sociétaires auxquels s'ajoutent un nombre bien plus élevé d'ouvriers et des mineurs individuels (baranquilleros). C'est dans ce contexte que se place le travail de coopération de l'ORSTOM et de ses partenaires.

### Un "placer géant"

Dans le bassin de Tipuani-Mapiri les sédiments les plus anciens (Formation Cangalli dont le nom d'origine brésilienne rappelle les conflits qui opposèrent Espagnols et



UNITÉ DE CARTOGRAPHIE