

ORSTOM : 40 ANS DE RECHERCHE OCÉANIQUE

Régis MENU

Avec la collaboration scientifique
des océanographes de l'ORSTOM

L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer célèbre ce mois-ci le 40^e anniversaire de sa naissance ; occasion, pour cette importante structure de la recherche française, de procéder à une révision de son organisation interne que le développement de ses activités ainsi que les conditions nouvelles dans lesquelles elles s'exercent rendait indispensable.

Quelle place occupe, dans les programmes de l'ORSTOM, la recherche concernant l'Océan ? A travers les exemples qu'il a choisis de détailler ici, Régis Menu nous présente des aspects variés et originaux, tant dans leur domaine que par leur méthode.

Une recherche tous azymuts

Traditions... au service de missions pour notre temps

L'ORSTOM a été créé par une loi du 11 octobre 1943 instituant l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale, organisme à vocation générale sur le plan des disciplines et de la géographie. Sa dénomination actuelle a été fixée par un décret du 17 novembre 1953 qui élargit son rôle et son champ d'activité.

Mais les origines de l'Office sont beaucoup plus lointaines ; elles remontent aux travaux des congrès pour la Recherche Scientifique Outre-Mer de 1931 (année de l'exposition coloniale) et 1937 (année de l'exposition universelle) qui répondaient à un besoin de rassemblement, de soutien et de développement des efforts dispersés qu'avaient constitué les créations de services et d'organismes scientifiques tout au long des cinquante années qui suivirent l'ouverture du premier centre de recherche permanent d'outre-mer : le laboratoire de microbiologie, organisé à Saïgon en 1890 par le docteur Calmette.

Au fil des ans, l'Office suit une évolution liée aux transformations politiques intervenues dans les zones où il est implanté et où se situe la majeure partie des pays en voie de développement.

Les décrets des 9 août et 19 juin 1980 réorganisent l'Office, sans que soit remises en cause ni sa compétence d'ordre mondial, ni sa structure. Aujourd'hui, de profonds changements sont en cours à l'ORSTOM ; son statut sera celui d'un Établissement Public à caractère Scientifique et Technologique placé sous la tutelle du Ministère de l'Industrie et de la Recherche et du Ministère de la Coopération et du Développement. Il aura pour mission de :

- mettre en œuvre la politique scientifique et technologique pour le développement décidée par le gouvernement ;
- promouvoir une véritable coopération avec les pays du tiers-monde qui souhaitent la mise en œuvre d'une solidarité active ;
- être une structure d'accueil, de formation et d'information pour tous les scientifiques français et étrangers qui souhaiteraient, dans le cadre de ses programmes, participer à la recherche pour le développement ;
- constituer l'une des sources spécialisées capables de sensibiliser, irriguer, mobiliser la communauté française contre le sous-développement dans le tiers-monde.

Outre-mer et en France : des services complémentaires

Pour mener à bien cette politique, l'Office dispose d'une infrastructure administrative et scientifique dans les pays de la zone intertropicale d'Afrique, d'Amérique, du Pacifique et de la zone méditerranéenne, constituée :

- de centres dotés de laboratoires et relevant de son autorité ;
- de centres nationaux qui lui sont confiés en gestion ;
- de missions permanentes spécialisées ou polyvalentes, insérées dans les structures nationales de recherche des pays d'accueil.

Ce dispositif est complété en France par un ensemble de laboratoires et de services communs, les Services Scientifiques Centraux, installés à Bondy. Ils permettent d'apporter un appui aux programmes de recherches entrepris outre-mer en répondant aux demandes d'analyses, de traitement et de diffusion de travaux. C'est dans ces services que sont organisés, à l'occasion, les cours de formation des jeunes chercheurs (ORSTOM ou étrangers) ainsi que l'accueil de stagiaires français et étrangers.

Plus de 25 disciplines concernées

L'Office étend ses activités sur plus de 25 disciplines : géologie, géophysique, hydrologie, pédologie, agronomie, biologie des sols, biologie et amélioration des plantes utiles, botanique et biologie végétale, phytopathologie et zoologie appliquées, microbiologie, parasitologie et entomologie médicale,

ORSTOM : carnet d'adresses

Siège : 24, rue Bayard, 75008 Paris
Tél. (1) 723-38-29

Président du Conseil d'Administration : Pierre LAVAU
Directeur Général : Alain RUELLAN
Secrétaire Général : Pierre DEVILLERS

Services scientifiques centraux et bibliothèque :
70, rue d'Aulnay, 93140 Bondy. Tél. (1) 847-31-95

nutrition, océanographie et hydrobiologie, sociologie et psychosociologie, économie et démographie, géographie, ethnologie, histoire, archéologie, musicologie et linguistique.

Ces disciplines sont aujourd'hui regroupées en huit départements correspondant chacun à un grand axe-programmes de recherches interdisciplinaires.

- milieu physique et environnement climatique
- milieux et sociétés
- connaissance et mise en valeur des écosystèmes aquatiques
- urbanisation et sociosystèmes urbains
- indépendance alimentaire
- étude et gestion des ressources : énergies, eaux et matières premières
- indépendance sanitaire
- conditions nationales et internationales du développement et de l'indépendance des pays et des peuples

La mer : un intérêt ancien

Le département « écosystèmes aquatiques », regroupe la plupart des recherches sur les domaines océaniques et aquatiques continentaux ; elles font appel à l'intervention de nombreux spécialistes.

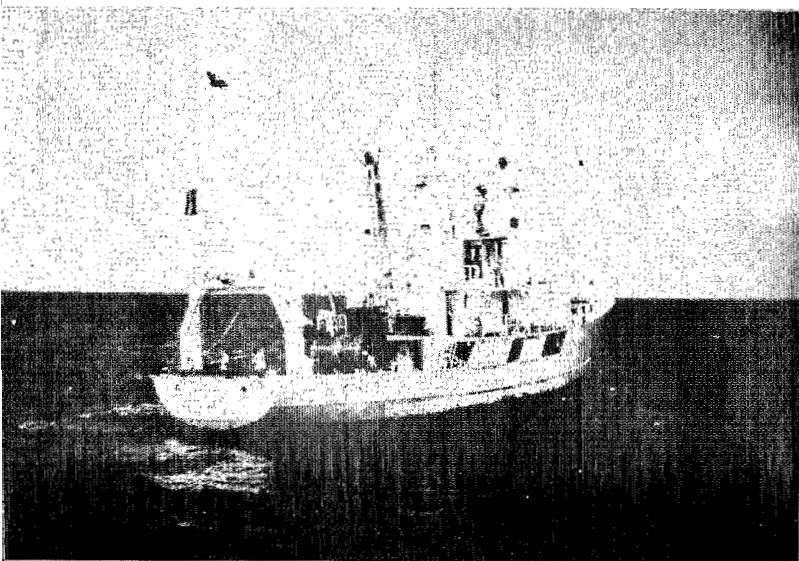
L'océanographie est une discipline ancienne à l'ORSTOM. L'Office a recruté son premier océanographe en 1945 et c'est vers 1950 que les centres de Nouméa (Nouvelle-Calédonie), Pointe-Noire (Congo) et Nosy-Bé (Madagascar) ont vu le jour avec des moyens navigants satisfaisants pour l'époque. Le Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan, ivoirien mais géré par l'ORSTOM, a été créé en 1959. Cette période (1945-1960) correspond à la phase de découverte des milieux côtiers africains, malgaches et calédoniens, grâce à des études fondamentales menées par des équipes réduites ; elles ont eu le mérite de lancer les recherches océanographiques tropicales.

L'année 1962 marque les débuts de la science halieutique à l'ORSTOM avec le recrutement de chercheurs, formés auprès de spécialistes britanniques, qui mettent en place au Congo un système de collecte et de traitement des statistiques de pêches, base des études de dynamique des populations. A partir de cette expérience, des opérations analogues seront menées quelques années plus tard en Côte d'Ivoire et au Sénégal.

L'arrivée, à cette époque, du N.O. *Coriolis* en Nouvelle-Calédonie marque le lancement de l'océanographie hauturière. Pendant une dizaine d'années, une équipe constituée de physiciens, de chimistes et de productivistes va conduire des études pluridisciplinaires sur la circulation et la productivité océanique dans la région équatoriale du Pacifique occidental.

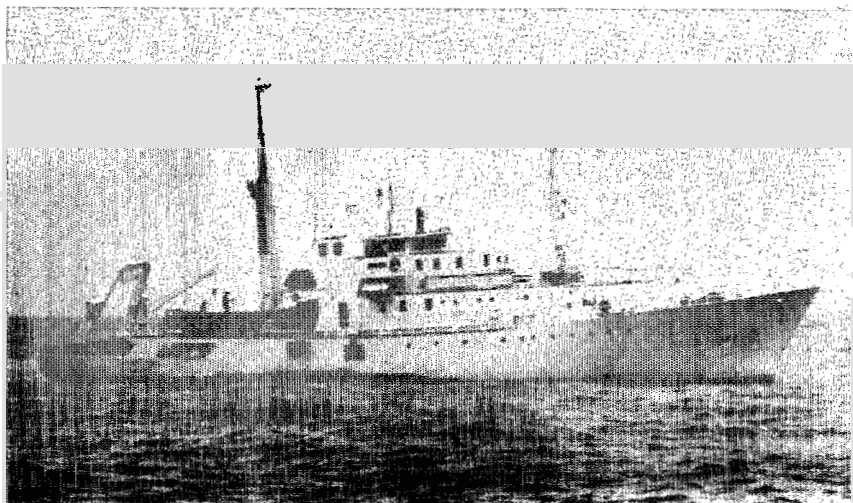
La création du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye au Sénégal, en 1965, géré par l'ORSTOM et financé par le Sénégal, correspond à une étape de l'évolution politique de nos ex-colonies. La F.A.O., par un contrat d'études des stocks de sardinelles sur le littoral Ouest-Africain

Le navire océanographique Laurent Amaro.



Le navire océanographique Coriolis.

Le bâtiment océanographique Capricorne.



(1965-1972), fournit l'occasion de doter de navires modernes les centres de Pointe-Noire (*André Nizény*) et de Dakar (*Laurent Amoro*).

En 1972, l'arrivée du N.O. *Capricorne* permet d'entreprendre, dans l'Atlantique tropical, des campagnes au large à partir d'Abidjan.

Le centre de Nosy-Bé est fermé en 1975 à la suite des événements de Madagascar et le N.O. *Vauban* gagne le Pacifique.

Des moyens diversifiés

Aujourd'hui, on assiste à une augmentation des effectifs et à une diversification des implantations : 85 chercheurs et 25 techniciens « aquatiques » sont présents dans 15 implantations extérieures (dont 9 nouvelles entre 1977 et 1981), 6 en Afrique (Congo-Brazzaville, Côte-d'Ivoire, Sénégal, Mauritanie, Tunisie, Togo), 4 en Amérique Latine (Brésil, Vénézuéla et Bolivie (lac Titicaca et Amazonie bolivienne), 3 dans le Pacifique (Nouvelle-Calédonie, Polynésie Française et Vanuatu) et 2 dans l'océan Indien (Indonésie et Seychelles).

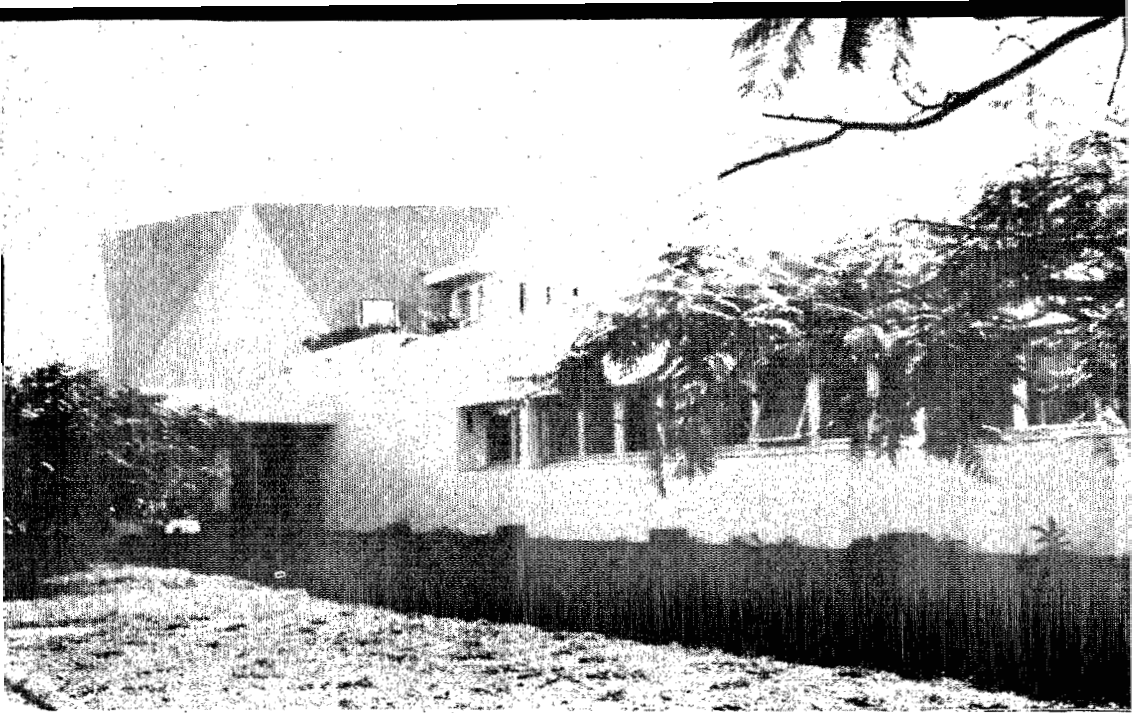
Pour mener à bien ces programmes de recherche, outre les laboratoires, l'ORSTOM dispose de deux navires de 25 mètres de long, lui appartenant en propre : le N.O. *Vauban*, affecté à Nouméa, et le *André Nizéry*, affecté à Lomé (Togo). Le *Laurent Amaro* est mis à la disposition des programmes du Centre de Dakar-Thiroye par le Sénégal ; les chercheurs de l'Office peuvent aussi utiliser le *N'Diogo*, qui appartient au CNROP de Nouadhibou (Mauritanie), le *Tai Nui* dépendant du Territoire de la Polynésie et d'embarcations plus modestes permettant d'échantillonner en lagune Ebrié (Côte-d'Ivoire), sur le littoral sénégalais et dans le lagon néo-calédonien. Pour ses croisières en haute-mer, l'ORSTOM fait appel aux navires de la flotte nationale de recherche, gérée par le CNEXO notamment : N.O. *Capricorne* et *Coriolis*, stationnaires dans les régions tropicales de l'Atlantique et du Pacifique.

A titre d'exemple, voyons comment s'intègrent les recherches océaniques dans la vie d'un centre implanté outre-mer.

Une installation exemplaire : Nouméa

Créé en 1946 sous l'appellation d'Institut Français d'Océanie, nom qu'il gardera jusqu'en 1964, le Centre de Nouméa installé dans un ancien hôpital américain, sur le site de l'Anse Vata, dans la partie sud de Nouméa, a fait l'objet en 1975 d'une reconstruction complète. Il est aujourd'hui doté de bâtiments et ateliers, d'un auditorium de 300 places et d'un pavillon d'accueil pour les stagiaires et missions scientifiques de passage.

Le champ d'activité de l'ORSTOM en Nouvelle-Calédonie est extrêmement diversifié. Il s'étend à l'étude des milieux naturels terrestres (pédologie, hydrologie, agronomie, botanique, zoologie, phytopathologie) lagonaires et océaniques ainsi qu'aux sciences de l'homme (géographie humaine, sociologie, archéologie, anthropologie).

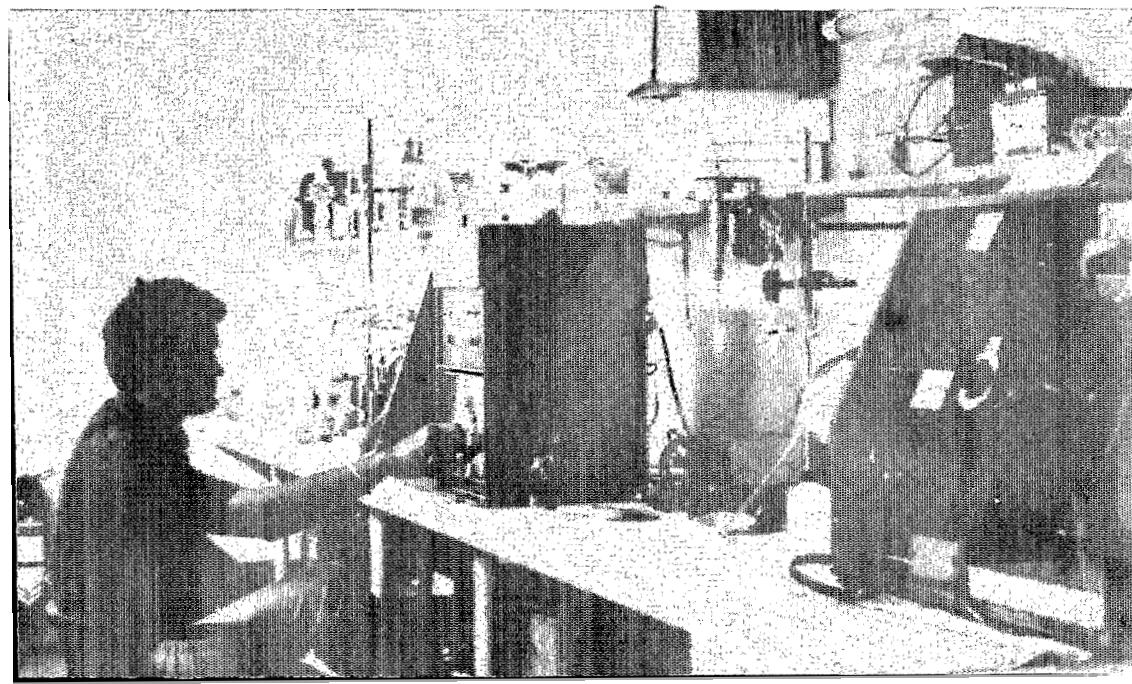


Les nouveaux bâtiments du Centre océanographique de l'ORSTOM à Nouméa.

A côté de recherches marines classiques (physico-chimiques, biologiques, halieutiques), la section pharmacologie a abordé, en 1977, l'étude des invertébrés marins du lagon de Nouvelle-Calédonie dont la faune est particulièrement riche. L'opération, baptisée SNOM (« substances naturelles d'origine marine »), menée avec le concours du CNRS et de l'industrie pharmaceutique, a demandé la mise en place d'un équipement particulier et l'affectation d'un personnel spécialisé chargé de la prospection zoologique, de la récolte des organismes marins, de leur identification ainsi que de l'extraction chimique et de la séparation des molécules actives.

Des résultats positifs ont dès à présent été obtenus dans le domaine des

Un laboratoire du Centre de l'ORSTOM à Nouméa.



antimicrobiens, des anti-inflammatoires et des antitumoraux, à partir d'extraits réalisés sur des espèces appartenant aux groupes des spongiaires, alcyonaires, gorgonaires, échinodermes, actinies et mollusques.

L'océanographie : activité privilégiée à Nouméa

L'océanographie est l'activité la plus importante du Centre du Nouméa. Les programmes d'océanographie s'orientent autour de quatre thèmes :

- 1) l'étude des potentialités de pêche thonière,
- 2) l'étude de l'hydroclimat dans le Pacifique tropical,
- 3) l'étude des divers aspects écologiques des eaux côtières et lagonaires, domaines les plus sensibles à l'action de l'homme (risques de pollution),
- 4) l'étude des pêcheries côtières ; elle s'est intéressée à la plupart des espèces vivantes qui font ou peuvent faire l'objet d'une exploitation commerciale : petits pélagiques (anchois, sardines, sprats), poissons de ligne du lagon, crustacés, holothuries. Parmi les plus importants, on peut citer les trocas et les vivanos. Les trocas, mollusques récifaux pêchés et exportés pour l'industrie de la nacre (on en tire les boutons) sont une ressource importante pour les populations littorales du territoire.

Leur récolte est facile, car ils vivent dans quelques centimètres d'eau à marée basse, ce qui rend le stock vulnérable. De plus, la demande en nacre, en forte augmentation dans le monde, intensifie la pression de pêche dans des proportions alarmantes pour le stock. Aussi, une étude a-t-elle été entreprise pour estimer l'importance des stocks et améliorer les connaissances sur la biologie de l'espèce, afin de rationaliser leur exploitation.

L'étude des stocks de vivanos (poissons rouges) vivants sur le tombant récifal externe, entre 200 et 400 m de profondeur, a été rendu nécessaire, car les ressources exploitables du lagon présentent un handicap au développement de la pêche, en raison de la présence de l'ichtyosarotoxiscime ou « gratte » qui rend toxique la chair des poissons des milieux coralliens.

La section géologique-géophysique travaille depuis quelques années à établir une carte des fonds marins de la zone sud-ouest Pacifique. Dans cette zone maritime, des mesures de bathymétrie et de magnétisme destinées à connaître l'âge du plancher océanique ont été effectuées par les scientifiques de l'Office.

BO	bâtiment océanographique	COB	Centre Océanologique de Bretagne (dépend du CNEOX)
CNEOX	Centre National pour l'Exploitation des Océans	DGRST	Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique
CNROP	Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches	FAO	Food and Agricultural Organisation
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique	ISTPM	Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes
		NO	navire océanographique

Des stations sismiques sous-marines ont été implantées pour mesurer sur place la vitesse des ondes sismiques émises par le bateau océanographique, pour connaître une région particulière, où se trouvent par exemple des failles actives. Ainsi, ces dernières années, des études ont été entreprises par des universités étrangères pour connaître la sismologie en mer et la sismique réfraction, la gravimétrie et, en collaboration avec des sociétés pétrolières, les potentialités pétrolières dans les zones économiques des Territoires Français du Pacifique.

Une originalité de l'Office : un même intérêt pour l'eau douce et l'eau salée

Le milieu aquatique étudié à l'Office est très large ; il n'est pas limité à la mer, il s'étend des systèmes hauturier et côtier du domaine océanique aux fleuves, lacs, zones inondées des continents et étendues saumâtres de transition (lagunes, estuaires et mangroves) auxquelles l'ORSTOM s'intéresse aujourd'hui particulièrement.

Il faut noter à ce propos que l'ORSTOM présente une entité originale sur le plan de l'océanographie et de l'hydrobiologie : c'est le seul organisme scientifique français qui ne fasse pas de partage entre l'eau douce et l'eau de mer. Dans cet esprit a démarré en 1962 l'étude des milieux continentaux, avec la constitution d'une équipe chargée de l'écosystème littoral ivoirien et ses ressources. Plus tard, toujours en Côte-d'Ivoire, dans le cadre du programme O.M.S. d'irradiation de l'onchocercose (cécité provoqué par un moucheron qui vit et se reproduit près des cours d'eau), a commencé la surveillance de la faune non cible des rivières sous l'effet d'épandages d'insecticides ; et en Bolivie, l'étude du lac Titicaca est abordée dans une perspective multidisciplinaire intégrée.

Ces programmes sont conduits dans le même esprit que ceux relatifs à la mer, avec des spécialistes de même compétence.

En ce qui concerne la recherche proprement océanique, on peut distinguer trois types de programmes :

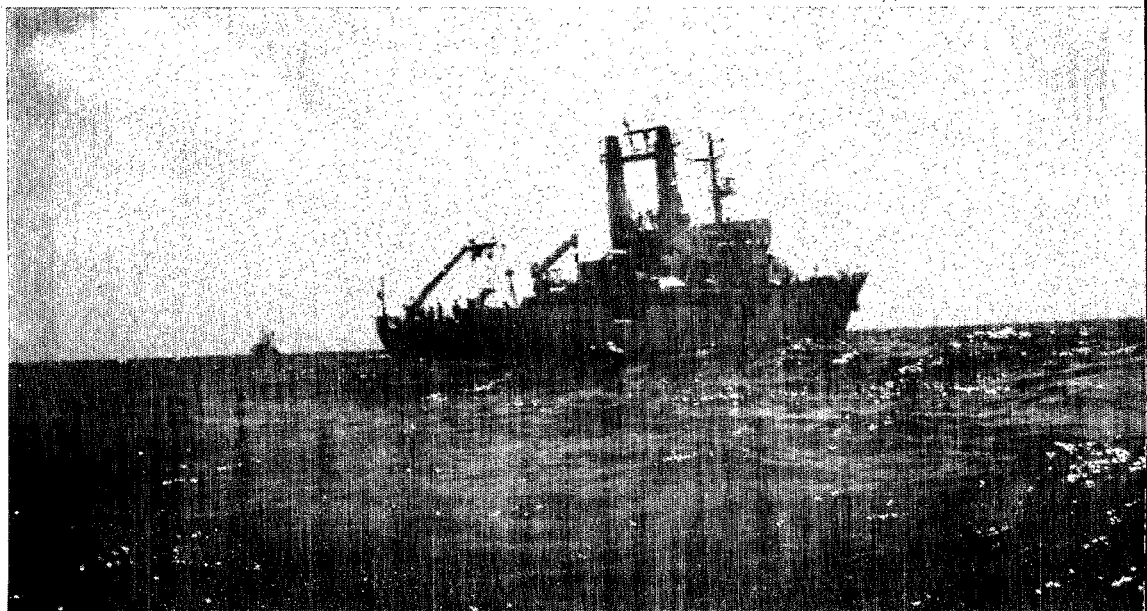
- 1) les études intégrées d'écosystème visant à décrire l'hydrologie et les peuplements, à évaluer la production, à comprendre les mécanismes, à proposer des modèles de gestion des stocks exploités, voire à maîtriser l'élevage de certaines espèces ;
- 2) les recherches halieutiques ;
- 3) les études visant à mieux comprendre, mieux prévoir les fluctuations climatiques qui peuvent prendre des aspects catastrophiques, aussi bien dans les milieux terrestre qu'aquatique.

Quelques exemples, choisis dans ces trois types de programmes, illustrent le travail des chercheurs.

« CIPREA » : comment la divergence équatoriale est-elle source de matières vivantes ?

Les données du phénomène

Le programme CIPREA (1977-1981) (Circulation et Production à l'Équateur Atlantique) est le type même de l'entreprise de recherche intégrée d'écosystèmes réalisée avec le concours d'autres organismes (DGRST, CNEXO, laboratoires d'Océanographie du Muséum et du CNRS).



Programme CIPREA : surôit à l'équateur.

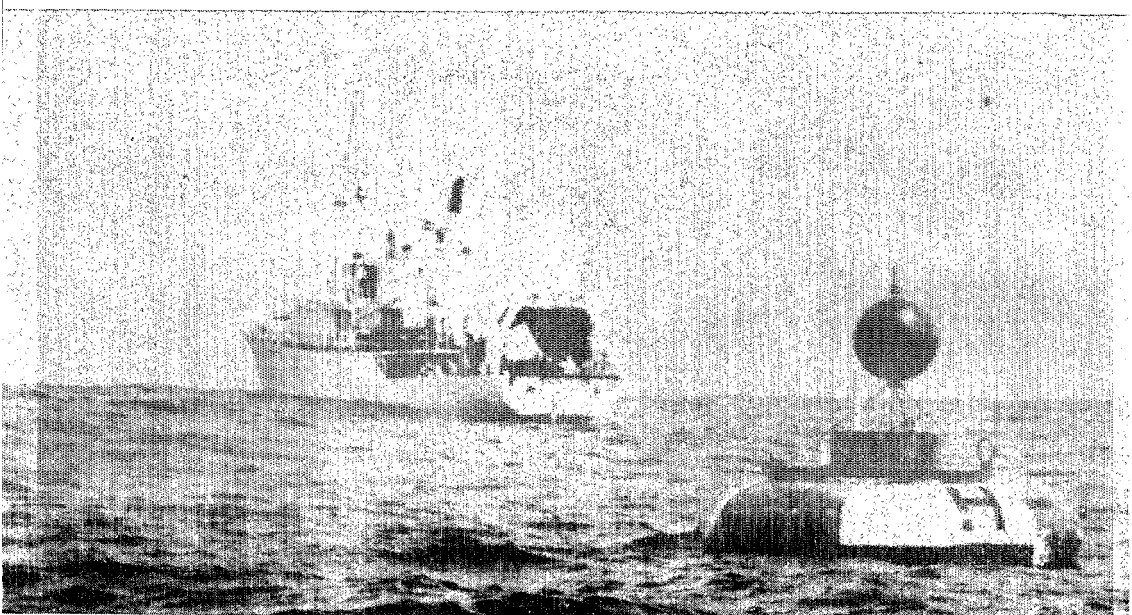
Son objectif était l'étude de la divergence équatoriale, du double point de vue de la dynamique océanique et de son retentissement sur la productivité organique. Ce phénomène est observé dans les trois océans, mais, pour cette étude, le golfe de Guinée a été retenu en raison de la proximité d'Abidjan et des connaissances déjà acquises dans la région qui peuvent être résumées ainsi : à une saison chaude en hiver boréal (janvier, février, mars) où les eaux sont plus pauvres, succède en été boréal (juillet, août, septembre) une saison froide du fait de remontées à l'équateur d'eaux froides à teneur élevée en sels minéraux.

Cependant, il a été constaté que la zone équatoriale est une région où la productivité est plus élevée que celle des eaux tropicales avoisinantes du fait que, même en l'absence d'enrichissements superficiels (février, mars), les couches riches en sels nutritifs restent relativement proches de la surface et peuvent ainsi être utilisées par la photosynthèse.

A partir de ces premières connaissances, le programme CIPREA s'est proposé de faire porter ses efforts dans la partie centrale du golfe de Guinée, sur

le thème « la divergence équatoriale source de matières vivantes ». Cela implique l'évaluation des biomasses et des productions ainsi que l'étude des échanges entre les divers niveaux. D'où deux objectifs principaux :

- l'évaluation du flux des sels nutritifs des couches profondes vers la surface ;
- l'évaluation de la production planctonique et micronectonique.



Mouillage profond depuis le N. O. Capricorne, dans le cadre du programme CIPREA.

Établissement d'un schéma de circulation

La réalisation pratique de ce programme, c'est-à-dire principalement la récolte des données, s'est appuyée d'une part sur des croisières à la mer (une campagne en août-septembre 1978 et cinq campagnes, échelonnées entre janvier et novembre 1979, ont permis une description des propriétés physico-chimiques et biologiques) et d'autre part par l'enregistrement continu de paramètres physiques (courant et température) sur des mouillages profonds visités périodiquement.

L'équipe qui a mené à bien ce programme sur le terrain a été affectée à l'antenne ORSTOM du COB de Brest pour analyser les résultats, les interpréter et préparer une synthèse de l'océanographie du golfe de Guinée. Quelques conclusions générales ressortent : le champ de température et de sels nutritifs de surface dans l'Atlantique équatorial oriental, en saison froide, semble être le résultat de trois phénomènes principaux :

1) une remontée de la structure hydrologique à l'équateur en réponse au

renforcement des vents dans l'ouest du bassin ;

- 2) une divergence au sud de l'équateur (2° S) induite par les variations de vent local ;
- 3) une extension vers le sud et l'ouest des eaux froides de cette divergence dans la branche sud du courant équatorial sud.

Par ailleurs, il a été constaté qu'en dépit d'une variabilité assez importante, les distributions du phytoplancton (chlorophylle) et du zooplancton sont en assez bon accord avec ce schéma de circulation.

Enfin la productivité de l'upwelling (1) équatorial est paradoxalement faible face à la disponibilité des sels nutritifs.

Recherches halieutiques : les fondements d'une solide réputation

Objectif prioritaire : aider au développement des pays du tiers-monde

Les océanographes de l'ORSTOM jouissent d'une solide réputation internationale en matière de recherche halieutique. L'importance des études menées sur les ressources biologiques des océans tropicaux apparaît aujourd'hui encore plus grande.

Les pêcheries côtières ont atteint, dans la majorité des cas, des niveaux d'exploitation élevés, qui poussent les États riverains à organiser rigoureusement leur mise en valeur. La responsabilité de ces États s'étend aussi à présent sur une zone économique exclusive portée à 200 milles et l'on observe une tendance à la création de flottes de pêche hauturière locales, notamment dans le golfe de Guinée, domaine autrefois réservé de quelques grandes nations.

Les armements thoniers français, confrontés à cette situation de concurrence plus vive sur des stocks déjà largement exploités, tendent à diversifier leurs zones de pêches. D'où les efforts actuels dans l'océan Indien et, à plus long terme, dans le Pacifique Ouest.

La mission de l'ORSTOM est d'aider au développement des pays du tiers-monde en entreprenant des recherches fondamentales et finalisées nécessaires aux prises de décisions raisonnées. Dans le cas des ressources biologiques, il s'agira de contribuer à la mise en valeur des stocks exploitables en les identifiant, en évaluant les potentialités, en fixant les conditions d'une exploitation optimale (aide à la pêche, connaissance des facteurs d'une gestion rationnelle) dans ce domaine.

Chaque fois que possible, l'ORSTOM tente de concilier cette exigence de développement des pays du tiers-monde avec les intérêts des professionnels français de la pêche : c'est précisément ce qui est constaté dans le cas de la

(1) L'upwelling, ou remontée d'eau froide des profondeurs, est un mouvement ascendant de l'eau de mer (par exemple provoqué par l'action du vent en surface près d'une côte).



Pêche pélagique côtière au Sénégal : sardinier en pêche. L'expérience des pêcheurs est souvent très utile aux océanographes.

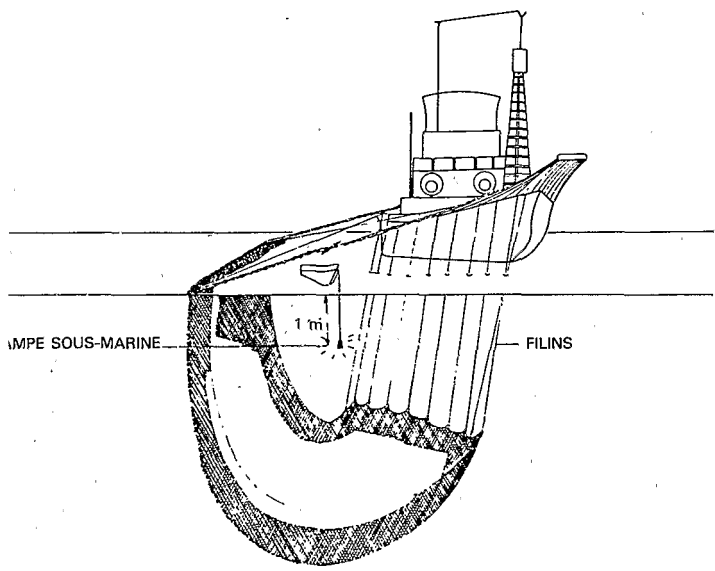
grande pêche thonière ; seule une exploitation permet de rendre exactement compte des potentialités réelles, information essentielle pour les États riverains (fixation de montants de droits de pêche, décision de financer la construction de navires). De plus, les retombées peuvent être intéressantes en emplois (sur les navires et dans des industries de conditionnement). Il va sans dire que ce type d'intervention doit être scientifiquement contrôlé : il est d'une part dangereux de laisser s'installer une exploitation sauvage, mais il est d'autre part dommage de ne pas laisser une pêcherie mettre en valeur une ressource par définition renouvelable quand elle est bien gérée ; il n'y a alors de profit pour personne.

Dans ce contexte général, les activités de recherche halieutique à l'ORSTOM comprennent deux volets :

- des études visant à évaluer les potentialités pour une future mise en valeur ;
- des travaux qui tendent à définir les conditions d'une exploitation optimale par l'aide à la pêche et la mise en évidence des facteurs d'une gestion rationnelle des stocks.

Deux « découvertes » de stocks intéressants

Les méthodes classiques utilisées pour l'évaluation des potentialités s'appuient sur des campagnes de pêche expérimentales. Le plus souvent d'ailleurs, il faut bien l'avouer, le professionnel n'a nul besoin du chercheur pour lui montrer le chemin des zones de pêche. En milieu tropical, cette règle générale souffre cependant des exceptions, là où la pêche industrielle est peu



Croquis schématique de la mise en œuvre d'un bouki-ami.

importante, où la pêche artisanale dispose de peu de moyens et fait l'objet d'une faible activité, là où la ressource est peu accessible aux engins de capture classiques. Deux exemples illustreront cet aspect des choses.

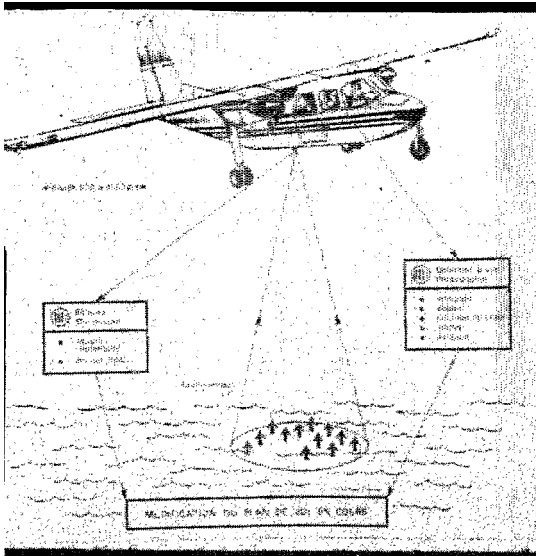
L'ORSTOM a mis en évidence récemment, le long du talus continental ouest africain et en particulier devant le Congo, la Côte-d'Ivoire et le Sénégal, la présence d'un stock exploitable de crabe, le crabe rouge profond, appartenant au genre *Geryan*. Ce crustacé vit sur des fonds compris entre 300 et 1 000 m et se capture très bien au casier. Pour l'instant il ne fait encore l'objet d'aucune pêche alors que sa qualité gastronomique (et donc économique potentielle) est très élevée.

En Nouvelle-Calédonie par ailleurs, des populations de petits pélagiques (sardines, sardinelles, anchois, sprats, prêtres) ont été découvertes, leur importance déterminée, leurs variations saisonnières suivies. Une technique de pêche japonaise, la pêche de nuit au lampuro avec le filet « bouki-ami » a été utilisée avec succès. Ces petits poissons peuvent, bien entendu, servir à la consommation humaine, mais leur intérêt essentiel vient de leur emploi comme appât vivant dans la pêche au thon à la canne, pour fixer le poisson près du thonier-canneur.

Téledétection et échointégration : à la pointe du progrès

Pour mener ces recherches sur les potentialités de pêche, les scientifiques de l'ORSTOM font aussi appel à des techniques plus modernes, en particulier la téledétection et l'échointégration. Et, à ce titre, ils peuvent être considérés comme étant, en France, à la pointe du progrès.

Les études sur l'écologie et le comportement des thons ont montré nettement l'influence des paramètres hydrologiques sur la répartition géographique de ces grands pélagiques migrateurs, en particulier la température qui joue souvent en océanographie le rôle d'indicateur d'une situation hydrologique particulière. On a ainsi remarqué que les différentes espèces de thons se concentrent surtout près des zones de discontinuité thermique (fronts) où l'on passe brutalement d'une eau océanique plus froide à une eau plus



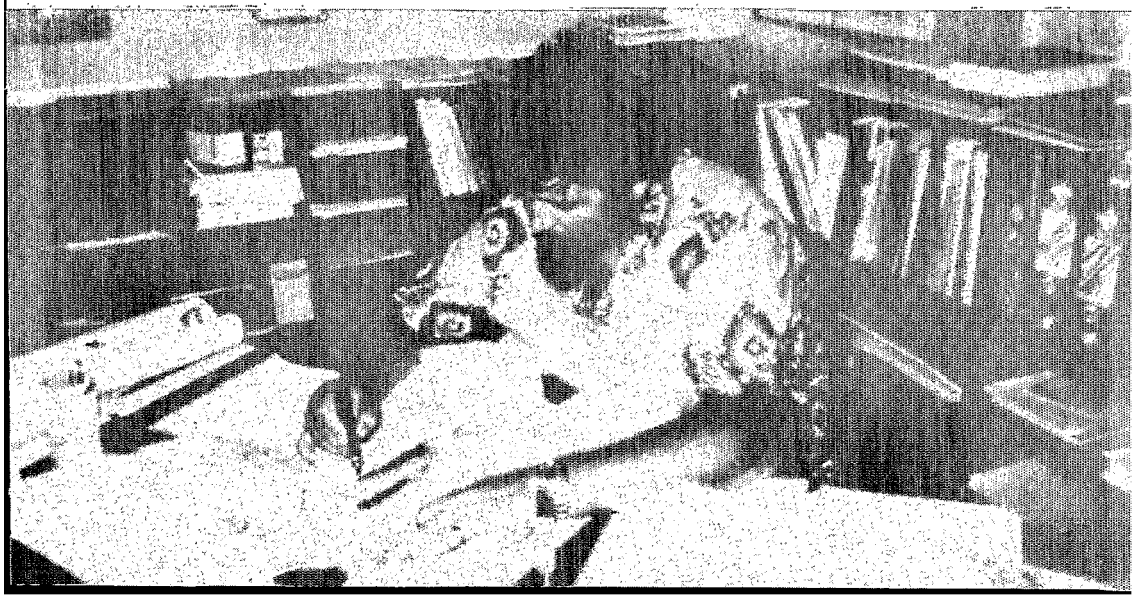
Grâce à des levés obtenus par radiométrie (ci-dessus) et échointégration (à droite)...

chaude. De sorte qu'en mettant en évidence l'apparition de ces discontinuités et en suivant leurs déplacements au cours du temps, on peut espérer en même temps situer la présence des bancs de thons. Ceci n'est possible qu'en mettant en œuvre des techniques permettant de couvrir de vastes aires océaniques et d'obtenir des champs thermiques de surface instantanés, en l'occurrence la radiométrie aéroportée ou satellitaire.

Les radiomètres, aujourd'hui très largement répandus, sont des appareils munis de capteurs sensibles aux rayonnements. Puisqu'il s'agit de repérer une température, le capteur choisi enregistrera le rayonnement infra-rouge issu de la surface de la mer. L'avion présente l'avantage de pouvoir combiner la radiométrie avec la détection à vue des bancs ; le satellite permet de couvrir des champs beaucoup plus vastes, avec cependant une précision moindre des mesures.

Au plan des résultats, la combinaison des deux méthodes a permis à

... on réalise des cartes de zones de pêche.



l'ORSTOM d'approfondir les connaissances sur la richesse en thons de régions comme le Pacifique Sud-Ouest, la Polynésie et l'océan Indien central.

Dans ce dernier cas, les opérations ont été menées de façon à guider les recherches des premiers senneurs français qui se sont lancés dans l'aventure « océan Indien » à partir des Seychelles et qui obtiennent aujourd'hui d'excellents résultats ; à tel point que le transfert du golfe de Guinée à l'océan Indien d'une partie de la flotte française de thoniers senneurs océaniques est actuellement en cours.

Quant à l'échointégration, il s'agit d'obtenir une évaluation de l'abondance des poissons pélagiques par sondage acoustique et intégration verticale des échos. Moyennant un bon réglage des appareils, un plan d'échantillonnage correct et des pêches de contrôle, on peut espérer obtenir des estimations approchées de la biomasse en poissons de la région étudiée, de même que de nombreuses informations sur l'écologie des espèces.

C'est de cette manière que l'ORSTOM a réalisé, aux Seychelles, au cours de deux campagnes à la mer (septembre-novembre 1979 et août-septembre 1980) l'exploration du plateau continental de l'archipel des Seychelles et montré que les ressources en petits pélagiques sont dispersées et peu abondantes, sauf aux abords de certaines îles. Une information de ce type est précieuse car elle permet d'orienter, d'entrée, toute une politique des pêches impossible à définir à partir de connaissances éparses et fragmentaires.

Définir les conditions d'une exploitation optimale

L'exploitation optimale des ressources marines peut être réalisée quand deux conditions sont remplies :

- des techniques de pêche bien adaptées à la capture du stock-cible ;
- des facteurs d'une gestion rationnelle suffisamment connus pour que soient applicables des modèles de gestion.

Dans le premier cas, il s'agit de mettre au point et d'améliorer des engins (filets, casiers, etc.), des moyens de repérage (sondeurs, sonars), des équipements en général, de façon à obtenir de bons rendements à moindre coût. D'une manière générale, l'ORSTOM ne participe pas à ce type de recherche, souvent très appliqué. On peut cependant lui rattacher une action originale qui se déroule depuis quelques années au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan, dans le cadre d'un programme d'aide à la pêche thonière dans le golfe de Guinée. L'étape « évaluation des potentialités » est ici depuis longtemps dépassée et les débarquements contrôlés depuis plus de 20 ans. L'objectif clairement affiché est de mettre au point un logiciel permettant de fournir régulièrement aux professionnels des prévisions de pêche par zone. Aujourd'hui, en intégrant les connaissances acquises sur l'hydrologie (variations saisonnières), les données historiques de capture (moyenne des prises pour une espèce pendant une période donnée), les informations sur la situation hydroclimatique apportées par les cartes thermiques transmises par satellites (température la plus froide, la plus prépondérante, présence de

fronts), le logiciel permet de sortir, tous les quinze jours, un bulletin prévisionnel. Ce bulletin fait ressortir des probabilités de pêche dans le golfe de Guinée par « carrés » de 2° de latitude et 5° de longitude, classés en cinq rubriques : très favorables, favorables, peu favorables, défavorables, en évolution favorable. Des progrès restent à faire pour améliorer les prévisions ; mais, d'ores et déjà, les patrons de pêche thonière se déclarent extrêmement intéressés par cette information qu'ils reçoivent et qui, vise à diriger les navires, sans perdre de temps, sur les lieux les plus propices à l'obtention de bonnes prises.

Deuxième condition d'une bonne exploitation : la gestion rationnelle des stocks qui s'appuie sur les principes de la dynamique des populations.

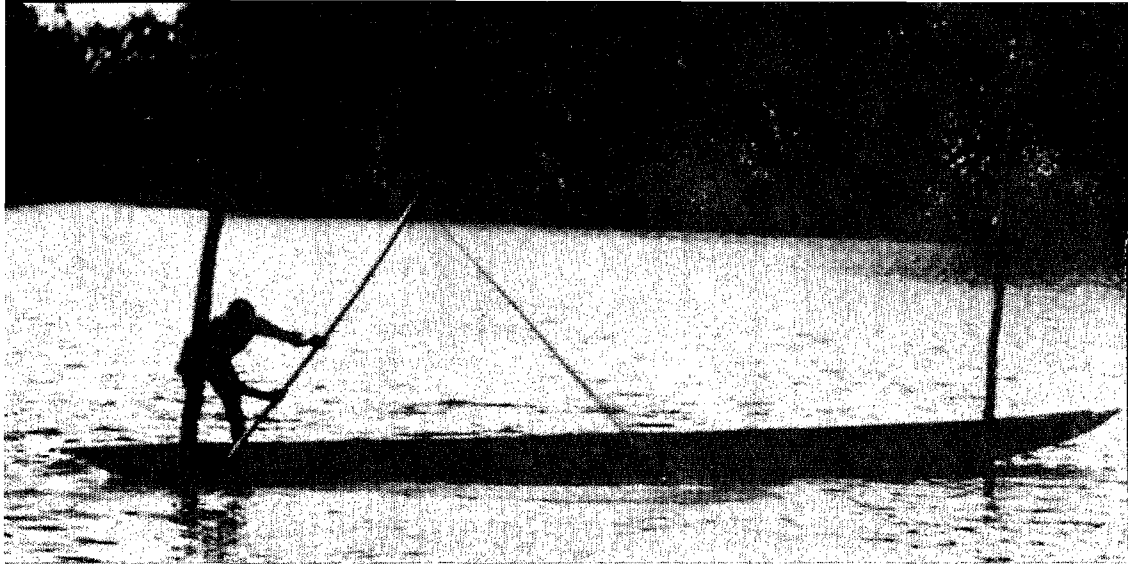
Il est nécessaire, à partir de divers modèles mathématiques (logistiques, analytiques, de simulation...) d'évaluer l'incidence de la pêche sur l'état et le devenir du stock et d'arriver ainsi à définir les règles d'une exploitation soutenue à son plus haut niveau, sans détérioration de la capacité de renouvellement de la ressource. La recherche débouche ici directement sur la planification mais, bien entendu, rien n'est possible sans la compréhension et la collaboration des professionnels, qu'il s'agisse de pêche artisanale ou de pêche industrielle.

Dans une telle entreprise en effet, les résultats ne sont pas immédiats. Pour mettre au point les modèles, il faut disposer de données portant sur de longues périodes : statistiques de pêche bien codifiées, données biologiques (croissance, mortalité, structures de taille, recrutement des espèces), mesures hydrologiques, connaissances en économie. C'est pourquoi les résultats obtenus par l'ORSTOM en ce domaine concernent surtout les pays de l'Afrique de l'Ouest où ses équipes d'halieutes sont en place depuis de nombreuses années : Congo, Côte-d'Ivoire, Sénégal.

Il faut citer en particulier les travaux sur les pêcheries démersales du Congo et de la Côte-d'Ivoire portant sur des stocks pluri-spécifiques qui ont abouti, à partir d'études approfondies sur la biologie des espèces, la sélectivité des engins, le suivi des captures commerciales et l'économie des pêches, à des propositions concrètes de réglementation. De même pour les pêcheries de crevettes en Côte-d'Ivoire et au Sénégal ; de même aussi pour les pêcheries de petits pélagiques dont le contrôle est cependant beaucoup plus difficile du fait de la sensibilité de ces espèces aux variations des facteurs du milieu. Dans ce cas particulier, un contrôle des stocks peut régulièrement être assuré en faisant appel aux campagnes d'échointégration. C'est ainsi qu'au Sénégal et en Côte-d'Ivoire les résultats de ces croisières permettent de recouper les renseignements fournis par les statistiques de pêche.

Vers une réhabilitation de la pêche artisanale ?

Les modèles de gestion scientifique des pêches utilisés aujourd'hui sont en fait très simplifiés et n'exigent que des informations sur les prises et la biologie des espèces.



La pêche artisanale (ici dans la lagune d'Abidjan) n'est nullement condamnée.

D'autres approches sont nécessaires. Il faut citer celle qui intègre l'analyse des variations annuelles et pluri-annuelles du milieu physique (surveillance hydroclimatique) de même que les approches bioénergétiques (relations entre croissance d'une population, ration alimentaire, dépenses d'énergie, reproduction, recrutement) et économétriques (socio-économie des pêches). Ce dernier aspect prend une importance particulière dans le cas des pêches artisanales des pays du tiers-monde, auxquelles l'ORSTOM s'intéresse de plus en plus.

Contrairement en effet aux idées habituellement reçues qui tendent à faire croire en une efficacité supérieure des formes industrielles de pêche et réduisent hâtivement l'intérêt de la pêche artisanale à ses seuls effets sociaux, il est démontré aujourd'hui que l'activité artisanale concilie rentabilité élevée du capital, faiblesse de l'investissement, forte utilisation de main-d'œuvre et taux élevé de valeur ajoutée. Ajoutons quelques arguments supplémentaires : un taux de rejet des captures très faible, une sélectivité des prises très supérieure. Il convient donc de s'opposer à la logique qui sous-tend les discours dominants sur le développement des pêches et qui prétend que la pêche artisanale est une forme de production « dépassée » qu'il s'agit de faire évoluer vers des formes « supérieures », semi-industrielles, puis industrielles.

Jusqu'à plus ample informé, tous les efforts déployés pour remplacer la pirogue sénégalaise ont échoué ; les embarcations plus « efficaces » ont toutes, en fait, démontré leur infériorité ; sauf sur le plan du prix de revient !

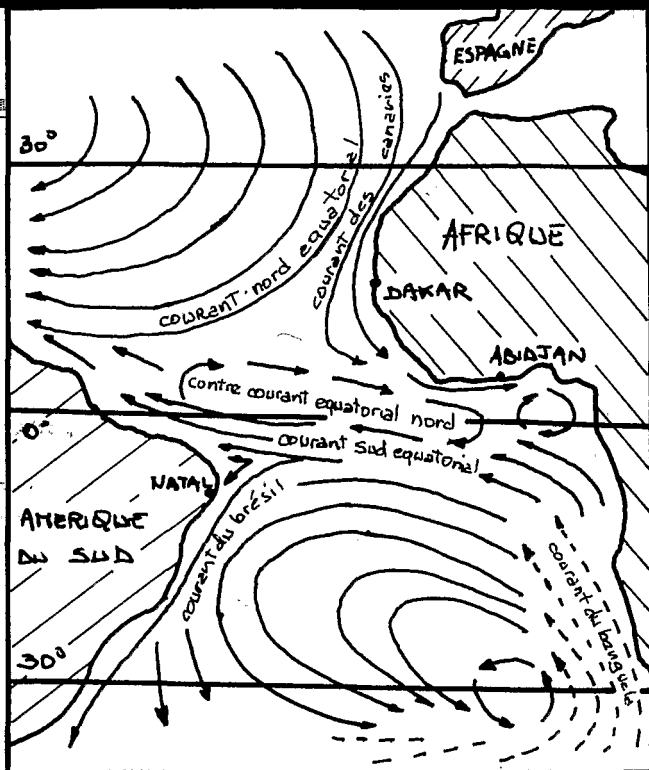
La pêche artisanale dans les pays en voie de développement mérite donc que les scientifiques s'y intéressent et fassent des efforts pour l'aménager et la rendre encore plus performante. C'est, en tout cas, une des voies privilégiées d'intervention qu'a choisie l'ORSTOM.

« FOCAL » : le comment et le pourquoi des variations climatiques dans l'Atlantique équatorial

L'Océan : un rôle essentiel dans la dynamique de l'atmosphère

La prévision du climat a toujours été l'une des principales préoccupations de l'homme mais depuis une dizaine d'années, elle est devenue particulièrement pressante. Il s'agit aussi bien de nos besoins alimentaires croissants,

Système des courants marins superficiels pendant la période moyenne janvier-février-mars. Les deux tourbillons subtropicaux, nord et sud, entraînent, aux basses latitudes, des connexions complexes (courants et contre-courants) et des transferts énergétiques d'un bord à l'autre de l'océan et d'hémisphère à hémisphère.



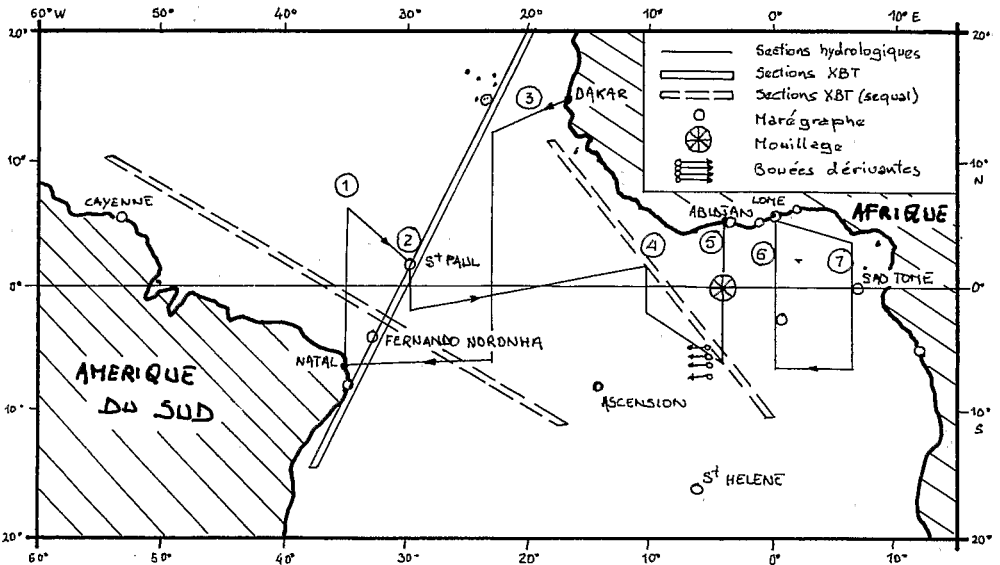
que de la crainte de créer des déséquilibres irréversibles par l'implantation incontrôlée d'activités industrielles.

En France, l'ASP (Action Sectorielle Programmée) a mis au point un programme national inter-organismes (ORSTOM-CNEXO-CNRS-Universités) intitulé « évolution des climats » qui a pour objectif général l'acquisition d'une connaissance suffisante des mécanismes physiques du climat afin de pouvoir envisager d'en prévoir les fluctuations. A l'intérieur de ce programme, l'ORSTOM s'est vue confier, avec le concours d'autres organismes, le programme FOCAL (programme Français Océan-Climat dans l'Atlantique équatorial), dont la phase principale, qui se situe de mi-1982 à mi-1984, a pour but d'observer la variabilité « basse fréquence » (saisonnnière et interannuelle) des flux de masse et de chaleur transportés par le système de circulation équatoriale atlantique, d'en comprendre les mécanismes et d'en saisir les causes.

Les cours de géographie élémentaires nous ont appris que l'Océan jouait un rôle important dans l'établissement et dans la variabilité du climat. Mais il a fallu attendre les années 1970 et les études de deux météorologues américains, Oort et Vonder Haar, pour assister à une relance de l'océanographie physique dans le domaine de l'étude du climat. Ils ont montré que l'Océan transportait globalement autant de chaleur que l'atmosphère, depuis les basses latitudes de la planète où cette chaleur est reçue en excès jusqu'aux moyennes et hautes latitudes où, au contraire, elle est déficitaire.

Le rôle de l'Océan dans la dynamique de l'atmosphère et du climat se résume à trois chiffres :

- la capacité calorifique de l'Océan est environ 1 200 fois celle de l'atmosphère ;
- le plancher de l'atmosphère est en contact avec l'océan pour plus de 72 % de sa surface (la surface du globe est en effet composée d'environ 28 % de terre et de 72 % d'eau).



Programme FOCAL : points d'observation.

- la dynamique océanique redistribue géographiquement l'énergie thermique des océans suivant des constantes de temps beaucoup plus longues que ne le fait l'atmosphère.

Le transport océanique tropical : une des clés des variations climatiques

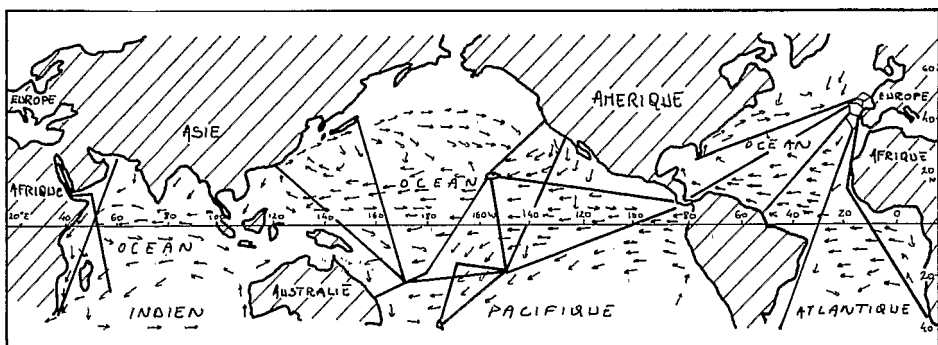
Ces trois chiffres nous permettent de mettre en évidence les trois fonctions qu'exerce l'Océan dans ces relations avec l'atmosphère.

- l'Océan stocke l'énergie ;
- l'Océan échange cette énergie avec l'atmosphère ;
- l'Océan transporte l'énergie.

Ces trois fonctions ne sont pas indépendantes, mais liées par la loi de la conservation de l'énergie. C'est ainsi qu'en un lieu donné de l'Océan, toute l'énergie échangée à sa surface est égale à la somme de l'énergie stockée sur place et de l'énergie qui diverge, c'est-à-dire qui est transportée par les courants océaniques.

L'Océan reçoit de la chaleur en excès aux basses latitudes et la restitue à l'atmosphère aux moyennes et hautes latitudes. Un transfert thermique méridien en résulte, qui joue un rôle essentiel dans la machine climatique. La circulation dans les régions intertropicales, qui se situe à la source chaude du système, est la première responsable de ce transfert thermique méridien.

Cependant, le système de circulation équatorial fonctionne essentiellement dans le sens zonal et d'importants transferts énergétiques s'effectuent d'un bord à l'autre de l'Océan et aussi d'hémisphère à hémisphère par des connexions complexes (courants et contre-courants) liant les deux tourbillons subtropicaux nord et sud. Ainsi, aux basses latitudes, une dynamique océanique équatoriale spécifique force la température de surface plus que ne le fait localement l'atmosphère.



Routes des navires exploitées par le Centre ORSTOM de Nouméa dans le Pacifique. Celles qui comportent des mesures X BT ont été dessinées en trait fort.

Collaboration navires marchands et ORSTOM

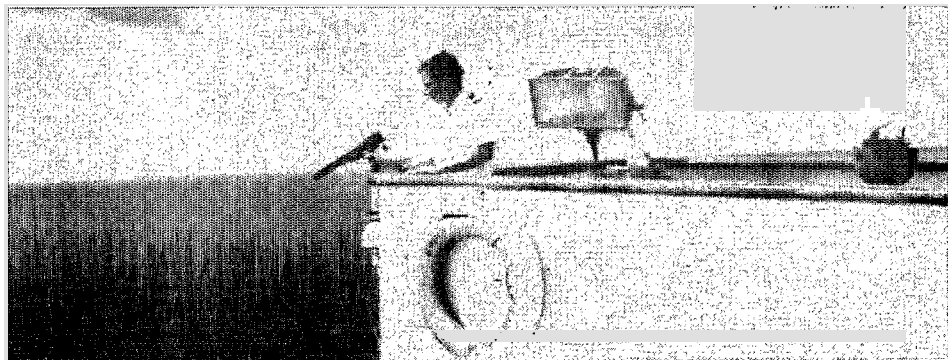
Depuis une douzaine d'années, les navires marchands français, américains, japonais, britanniques et australiens qui sillonnent le Pacifique apportent une aide bénévole aux chercheurs américains et océanographes de l'ORSTOM pour surveiller la situation hydroclimatique du Pacifique. Les navires procèdent, chaque jour, à une heure et en un lieu ainsi qu'à une profondeur déterminés, à des prélèvements d'eau de mer pour des mesures de température et de salinité, qui permettent de dresser une carte hydroclimatique du Pacifique et d'en suivre l'évolution.

Elles mettent ainsi en évidence les conséquences du phénomène « El Niño » (Enfant Jésus) qui survient au moment de Noël. Les eaux qui circulent le long des côtes de la République Équatorienne et du Pérou sont habituellement froides, en raison de remontées d'eau profonde, et riches en ressources vivantes. Un faible courant côtier qui circule à l'époque de Noël, « El Niño », transporte vers le sud des eaux chaudes tropicales venant de l'équateur. Ce flux, anormalement fort certaines années, fait disparaître les poissons et tue par inanition des foules d'oiseaux. Cet événement s'accompagne de pluies diluviennes, anormales sur les régions du nord du Pérou qui sont d'ordinaire extrêmement sèches.

Un réseau de même nature et contrôlé par l'ORSTOM fonctionne également à partir du Havre, depuis plusieurs années, dans l'Atlantique tropical.

Dans le cadre du programme FOCAL, trois navires marchands de la CGM, le *Zambese*, le *Zeebrugge* et la *Zelande*, ont été équipés de sondes X BT. Ils ont accompli, entre juillet 1981 et septembre 1982, 17 voyages entre Le Havre et l'Amérique et ont obtenu 34 coupes transéquatoriales. La sonde X BT est un batythermomographe. Une sonde, équipée d'un thermomètre, est lancée par dessus bord et coulée. Elle est reliée à bord par un fil qui se déroule. La température des eaux traversées par la sonde s'inscrit sur un enregistreur.

Sonde X BT lancée de la passerelle d'un porte-conteneurs.



La circulation océanique équatoriale, qui redistribue méridionalement et zonalement la chaleur absorbée dans la bande tropicale est due essentiellement à l'action du vent. Le transport océanique tropical, affectant la sphère chaude, subit des variations saisonnières et interannuelles importantes et mal connues qui conditionnent un pourcentage considérable de la répartition globale de chaleur et constituent l'une des clés de la variabilité climatique à court terme, de la saison à quelques années.

Les trois océans : trois schémas différents

Les trois océans répartissent différemment cet excès de chaleur :

- l'océan Indien restitue rapidement cette chaleur à l'atmosphère dans la région tropicale elle-même, nourrissant ainsi le phénomène si caractéristique de la mousson indienne d'été (mousson humide de mars à septembre qui souffle de l'océan vers le continent) ;
- l'océan Pacifique redistribue cette chaleur, principalement vers le sud, et une partie importante de celle-ci entre dans l'océan Atlantique et contribue à combler le déficit thermique global de l'Atlantique Nord.
- l'océan Atlantique se caractérise par une variation saisonnière importante et par un transport thermique méridien sud-nord traversant l'équateur. Ces caractéristiques de l'Atlantique, ajoutées à sa taille réduite, à sa proximité des régions-développées, à son influence prépondérante sur le climat de l'Europe, de l'Amérique de l'Est et de l'Afrique de l'Ouest, ont conduit à privilégier le choix de cette région pour une étude quantitative de la réponse de l'océan équatorial à l'action de l'atmosphère.

Observations : avec le concours des navires marchands

L'objectif général du programme FOCAL défini ci-dessus en fait essentiellement un programme d'observation. Pour ce faire, trois catégories d'opérations sont considérées.

Les unes, systématiques et routinières : c'est l'observation thermique de la surface par X BT, sur navires marchands, afin d'évaluer les variations du contenu thermique entre 0 et 500 mètres ; c'est aussi l'observation du niveau moyen océanique par un réseau de marégraphes, afin d'étudier la variabilité saisonnière et interannuelle de la topographie dynamique de la surface océanique intertropicale ; ces marégraphes ont été installés aux îles du Cap Vert, Ascension, Sainte-Hélène, à Recife, Fort-de-France, Sao-Tomé, Conakry, Rocher Saint-Paul et Haut de Fond du Capricorne.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE :

- Rapport d'activité de l'ORSTOM 1974, 1976
Rapport d'activité de l'ORSTOM 1977, 1979
Éditions de l'ORSTOM.
- Compte-rendu des journées d'études de l'ORSTOM - Paris - 6 et 10 juillet 1982 - éd. de l'ORSTOM.

D'autres observations seront systématiques et expérimentales et ne dureront que le temps du programme. Leur but est d'étudier directement le champ de masse et le champ de courant par des campagnes océanographiques saisonnières : quatre par an, c'est-à-dire une par saison. Enfin, il s'agit d'observer la variabilité des courants équatoriaux par mouillages profonds dans la zone de l'équateur et du courant du Brésil, entre Récife et l'équateur, et par le mouillage de bouées dérivantes pour compléter les observations thermiques superficielles.

Des moyens associés

Différents moyens sont mis en œuvre pour mener à bien ce programme. On remarquera notamment la modélisation : en collaboration avec des équipes étrangères, il s'agit d'utiliser des « modèles » pour comprendre la circulation du système équatorial Atlantique et sa réponse à l'action du vent.

On utilise aussi l'analyse de données historiques. Associé à la modélisation, l'objectif de cette analyse est d'obtenir la meilleure information possible sur la variabilité basse fréquence des paramètres superficiels (vent - température de la mer en surface) et subsuperficiel (profondeur thermocline et contenu thermique) associé au système de circulation équatorial atlantique.

Le programme est actuellement en cours et mobilise de nombreux chercheurs. ■

Les photos et documents illustrant ce dossier ont été fournis par l'ORSTOM.

La nouvelle REVUE MARITIME

Novembre 1983 - N° 381

Le numéro : 24 F

<i>Éditorial</i>	I.F.M. : activités nouvelles	3
<i>Marine marchande</i>	Pour soutenir la puissance navale P. de DEMANDOLX-DEDONS	4
<i>Marines étrangères</i>	Officiers soviétiques : l'endoctrinement M. VEGO	20
<i>Dossier du mois</i>	ORSTOM : 40 ans de recherche océanique R. MENU	40
<i>Recherche</i>	Abidjan : un centre de recherche exemplaire H. ROTSCI	62
<i>La lettre de la mer</i>		66
<i>Chroniques</i>	Marines militaires J. LABAYLE-COUHAT	78
<i>A travers livres et revues</i>		93

Bulletin d'abonnement à « La Nouvelle Revue Maritime », p. 96.

Notre photo de couverture : recherche océanique à l'ORSTOM : prélèvement de plancton (document ORSTOM).

70, rue Saint-Lazare, 75009 Paris

Tél. : 526.37.90

Rédaction

Directeur : Joseph MARTRAY

Rédacteur en chef : Jacqueline MARTIN-BAGNAUDEZ

Administration

Directeur : Marcel BOUGARAN

Secrétaire général : Agnès COLLAS