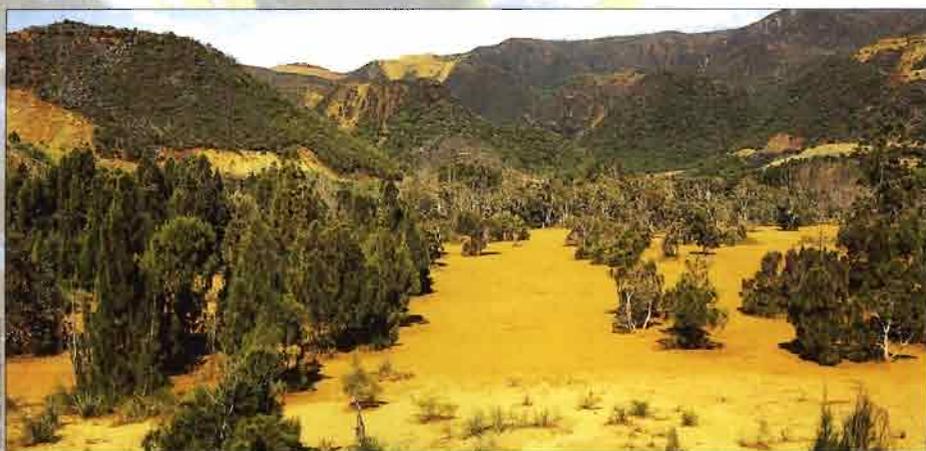


Un demi-siècle de recherches en Nouvelle-Calédonie



Créé en 1946 pour mener et coordonner l'ensemble des recherches françaises dans le Pacifique, l'IFO, l'Institut Français d'Océanie, devient le centre Orstom de Nouméa en 1964. En cinquante ans, plus de 300 chercheurs ont développé l'étude des milieux alors méconnus qu'étaient le Pacifique tropical, ses systèmes insulaires et leurs civilisations. Ces recherches ont bénéficié progressivement des apports de la technologie : satellites, ordinateurs, navires spécialisés et laboratoires de pointe. Nous nous proposons d'évoquer ici le travail réalisé depuis cinquante ans en Nouvelle-Calédonie dans trois grands domaines : la mer, la terre et les hommes.

Sans être un rapport d'activité concernant le dernier demi-siècle, le présent dossier d'Orstom Actualités passe en revue ce qu'il y a eu de plus significatif dans la recherche menée par l'Institut dans ou à partir du Centre de Nouméa. Je ne redirai donc en quelques lignes d'introduction ce que le lecteur trouvera de façon déjà synthétique dans les pages qui suivent.

Il me semble en revanche nécessaire de les compléter par quelques considérations sur le présent et surtout le proche avenir. Elles permettront de marquer à la fois la continuité de l'action de l'Institut et son évolution pour s'adapter à celle du Territoire et de la région du Pacifique Sud.

Il se trouve qu'au moment de célébrer le cinquantième de son activité dans le Pacifique, l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération vient de soumettre à ses autorités de tutelle un schéma stratégique, base de travail pour l'élaboration d'un contrat d'objectifs.

La réflexion a conduit à repreciser les missions de l'Institut, qui consistent à mener une recherche sur et pour le développement, en partenariat systématique avec les scientifiques des pays du Sud et autour de quelques thématiques clairement explicitées.

Dans ce cadre général, le rôle des centres métropolitains et d'outre-mer a fait l'objet d'une réévaluation. L'Institut travaille en partenariat avec plus d'une trentaine de pays étrangers du Sud en développement : il y envoie des équipes de chercheurs et d'ingénieurs pour des séjours de longue durée, il reçoit des stagiaires et chercheurs étrangers. Il a donc besoin de quelques bases qui permettent d'apporter l'appui scientifique et technique nécessaire à des équipes françaises et étrangères très dispersées, dans un environnement scientifique souvent, hélas, fragile et démuné. Ces bases doivent également favori-

ser l'activité de capitalisation, de synthèse et de valorisation de la recherche, dans l'intérêt des communautés scientifiques concernées, mais aussi des "décideurs".

Les centres implantés dans les Départements et Territoires d'outre-mer doivent, de ce point de vue, jouer le même rôle d'appui que les centres métropolitains. Mais ils ont par rapport à ceux-ci quelques spécificités : tout d'abord, ils sont situés en zone intertropicale, ce qui permet de mener en territoire français des recherches complémentaires à celles menées avec des pays étrangers partenaires, et souvent avec plus de continuité (par exemple, sous forme d'observatoires) ; d'autre part, ils doivent contribuer à répondre à un certain nombre de préoccupations spécifiques des autorités de l'Etat, du Département ou du Territoire, et participer à la formation des étudiants qui en sont originaires ; enfin, ils ont vocation à être la base d'une coopération scientifique régionale avec les pays voisins et les organismes internationaux auxquels ils appartiennent.

C'est dans ce contexte que se situera et évoluera dans les prochaines années le Centre de Nouméa. Lors des derniers déplacements en Nouvelle-Calédonie, du président et de moi-même, nous nous sommes entretenus avec les diverses autorités du Territoire et des organisations régionales qui y sont basées pour convenir des modalités de concertation ou les renforcer, et pour examiner les domaines dans lesquels, au-delà de ses missions spécifiques, l'Institut pourrait contribuer à la recherche pour et sur le développement et à la formation des étudiants.

Je me réjouis tout particulièrement de ce que la célébration du cinquantième du Centre de Nouméa coïncidera sans doute avec la mise en place d'un comité de concertation et d'orientation de la recherche en Nouvelle-Calédonie.

Jean Nemo, directeur général de l'Orstom

La mer

En cinquante ans, plus de trois cents scientifiques de la communauté mondiale ont œuvré pour que le grand océan du sud ne soit plus la "mare incognitum" de la planète. La plupart de leurs travaux, qu'ils portent sur la Nouvelle-Calédonie ou sur le grand Pacifique sud, ont ainsi acquis une dimension internationale. Ils font partie intégrante des grands programmes consacrés aux échanges océan-atmosphère, aux structures d'enrichissement primaire de l'océan intertropical, au fonctionnement des édifices coralliens, à la biodiversité, à la dynamique des ressources halieutiques et à la reconnaissance des fonds marins.



LES GÉOSCIENCES : GÉOLOGIE ET GÉOPHYSIQUE

Les premiers géologues affectés à l'Orstom Nouméa en 1947 ont pour mission de dresser la carte géologique au 1/100 000 de la Nouvelle-Calédonie ; leurs travaux, leurs contacts et leur enseignement constituent la base géologique du développement minier de l'après-guerre.

A partir de 1950, les géophysiciens commencent également à dresser des cartes gravimétriques de la Nouvelle-Calédonie, mais la proximité de la fameuse "ceinture de feu du Pacifique" les amène très vite à s'intéresser à la sismicité et au volcanisme des Nouvelles-Hébrides, marquant ainsi un nouveau champ d'activité de l'Orstom, racine des problématiques actuelles. Avec l'impulsion de "l'Année Géophysique Internationale" (1958), un réseau de 5 stations sismologiques est implanté, instaurant une tradition d'observatoire qui s'est maintenue.

La mer, espace de rencontre des géologues et géophysiciens

Les géologues ont conçu un programme novateur, puisqu'il s'agit d'étudier le couple érosion/sédimentation des péridotites (roches mères des "terrains

miniers") en partant des études pétrographiques et structurales des massifs, pour terminer par celle des apports particuliers ou dissous dans le lagon de Nouvelle-Calédonie. Le résultat montre la prépondérance actuelle de l'érosion chimique (à l'origine de l'accumulation de minéral de nickel), l'érosion mécanique des résidus solubles n'intervenant en proportion plus faible que lors des dépressions cycloniques ; en système non perturbé par l'exploitation minière, l'extension des dépôts détritiques en provenance des bassins versants ne dépasse guère les embouchures des cours d'eau dans le lagon, qui constitue le domaine de la vie corallienne. Ce résultat, référence indiscutable, a joué un rôle essentiel dans la prise de conscience, par les responsables des mines, du danger de la pollution du lagon par une extraction sans précaution qui favorise l'érosion mécanique.

En seconde approche, les géologues étudient les variations relatives du niveau de la mer, engendrées par la combinaison des mouvements eustatiques de la mer et des mouvements tectoniques locaux et régionaux. Les terrasses coralliennes présentent l'avantage de marquer

¹ CNEXO (Centre National d'Exploitation des Océans), IFP (Institut Français du Pétrole), CEPM (Comité d'études pétrolières marines, réunissant les sociétés pétrolières françaises).

avec précision le niveau relatif de la mer, à une époque donnée. En même temps, les coraux constituent le meilleur matériau pour les datations au Carbone 14 et à l'Uranium/Thorium. Ainsi est abordée la néotectonique, domaine des déformations récentes ou actuelles de la surface du globe sous l'action de phénomènes internes en cours.

Parallèlement, les géophysiciens développent l'observation de la sismicité et du volcanisme. L'arrivée du navire océanographique Coriolis, équipé d'un sondeur grand fond a permis d'affiner la cartographie de la fosse des Nouvelles-Hébrides et de découvrir l'existence de fossés à l'arrière de l'arc insulaire.

C'est la théorie de la tectonique des plaques, formalisée à la fin des années 60, qui donna à ces diverses études sur les mouvements et déformations sa cohérence et dirigea géologues et géophysiciens vers l'étude des fonds océaniques, seule stratégie de recherche permettant à cette époque une approche globale de la tectonique dans l'ensemble du Sud-Ouest Pacifique.

Ces études, intéressèrent l'industrie pétrolière qui finança des campagnes de grande reconnaissance avec des moyens lourds dépassant ceux que les instituts de recherche pouvaient mettre en œuvre. En 1972 le projet Austradec réunit pendant cinq ans l'Orstom, le CNEXO, l'IFP et le CEPM¹

Les campagnes Austradec, sans mettre en évidence l'existence de structures immédiatement exploitables, permettent d'établir la présence de bassins et de rides sédimentaires sous-marines moins perturbées par la tectonique que ceux de la Nouvelle-Calédonie. Sur le plan scientifique, la mise en évidence du phénomène de flexure* de la plaque plongeante en amont de sa subduction sous la plaque chevauchante, l'observation de

Carte du sud ouest Pacifique montrant la sismicité (en rouge) qui souligne la zone de subduction active des Nouvelles-Hébrides (au centre de la carte) et des Tonga (à l'est). Entre les zones de subduction et l'Australie à l'ouest, se dispose une série de bassins et de rides sous-marines sur l'une desquelles émerge la Nouvelle-Calédonie (en jaune au centre).

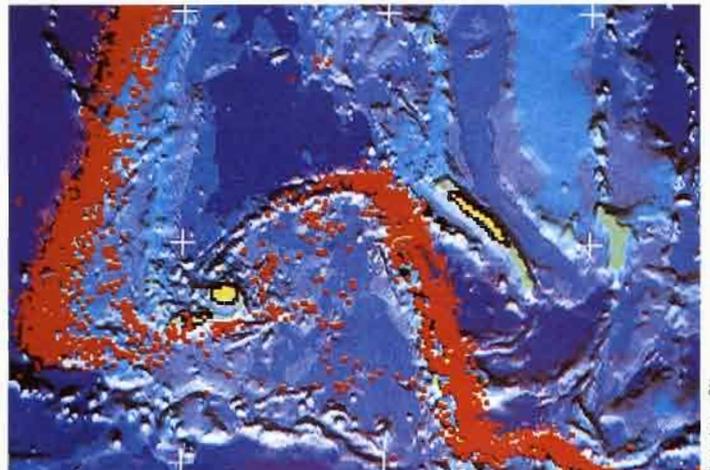
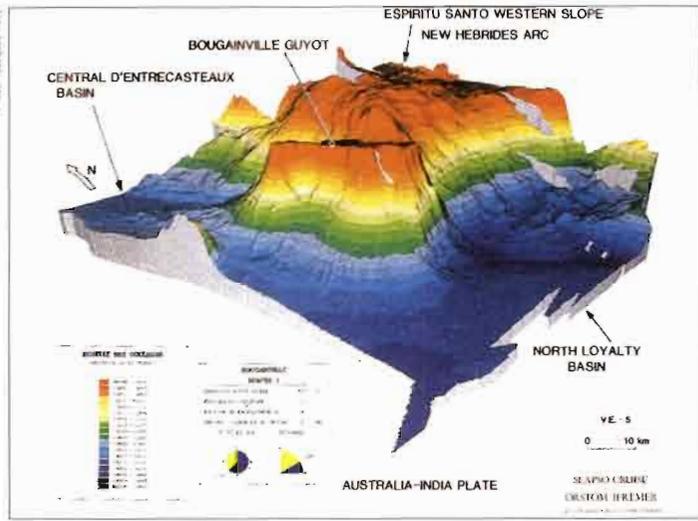


Photo: Jacques Péry



Bloc diagramme construit à partir des levés de bathymétrie multifaisceaux de la campagne SEAPSO du navire océanographique Jean Charcot en 1985. Cette figure montre le fossé de Vot Tandé, un des fossés arrière-arc, situé entre l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides et le bassin arrière-arc Nord Fidjien.

reliques de subduction fossile conservant l'essentiel de la morpho-structure générale de la période d'activité et l'établissement de modèles structuraux régionaux, constitueront des résultats remarquables de cette approche marine et terrestre, géologique et géophysique, qui caractérisent le groupe de Nouméa.

Un temps fort des recherches en géosciences marines

A partir de 1976, les activités des Géosciences s'organisent dans le cadre du programme de recherche EVA (Evolution des Arcs Insulaires). Parallèlement, un programme d'inventaire des potentialités de la zone économique exclusive des 200 milles de la Nouvelle-Calédonie (ZEE), se développe à partir des données de campagnes scientifiques. L'Orstom mène plusieurs actions en coopération avec la SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission), contribuant à mettre à jour régulièrement les projets d'inventaire des potentialités des zones économiques de ses Etats membres.

Un ensemble de coopérations² conduit l'Orstom à être maître d'oeuvre ou participant pour la quasi totalité des campagnes en mer qui se déroulent dans le Sud Ouest Pacifique. Les résultats publiés sur le thème de la subduction forcée des rides, constituent des références et le chantier des Nouvelles-Hébrides est choisi pour des forages profonds.

Parallèlement, l'Orstom élargit le concept d'inventaire de la zone économique à d'autres disciplines que les géosciences, et ce fut le point de départ du programme ZONECO, d'inventaire de la zone économique de la Nouvelle-Calédonie qui a atteint au cours des années 1990, un

développement tel, qu'un bilan doit pouvoir être établi quant aux relombées économiques espérées.

La mise au point d'une méthode de détection des rides et monts sous-marins grâce aux anomalies de la surface du géoïde cartographiées par satellite, permit à l'Orstom de localiser, dans l'ensemble du Pacifique Sud, des dizaines de monts sous-marins inconnus dont les moins profonds (entre 0 et 1 000 m), peuvent présenter un intérêt pour la pêche.

Ainsi, ces cinquante ans d'activité en géosciences à dominance marine illustrent l'intrication étroite entre recherche orientée pour le développement et recherche fondamentale.

De l'étude des phénomènes à l'évaluation des risques

Il était certes établi que la convergence et la subduction d'une plaque sous l'autre étaient à l'origine des séismes et du volcanisme, mais un tel résultat global ne permettait pas une compréhension des conditions à l'origine ou des conséquences d'un événement particulier. Une telle approche impliquait de passer de l'observation à l'échelle des temps géologiques, au suivi en temps réel des mouvements et des déformations, rendu possible grâce au développement des mesures géodésiques satellitaires. Elle impliquait aussi une connaissance du contexte local : présence de rides ou de monts sous-marins sur la plaque plongeante, caractérisation des édifices volcaniques et des contraintes particulières ainsi induites au sein du mécanisme général. Le Sud Ouest Pacifique constitue un chantier d'expérimentation remarquable par la vitesse de la convergence des plaques et des déformations des

marges actives. L'Orstom se dote rapidement des moyens de mesure (GPS) et de calcul indispensables tout en collaborant en ce domaine avec les équipes de l'Université d'Hawaii et de l'Université du Texas à Austin. Des vitesses de convergence supérieures à 20 cm/an furent mesurées respectivement aux Nouvelles-Hébrides et dans la région de Tonga. Le souci nouveau de l'humanité de ne pas subir avec fatalisme les catastrophes naturelles, a amené le développement d'études sur la prévision des événements cataclysmiques (éruptions volcaniques) ou, à tout le moins, à en améliorer la prévention (séismes). Pour l'équipe des Géosciences de Nouméa, il semblait logique de passer de l'étude du magmatisme des arcs insulaires du Sud Ouest Pacifique à la volcanologie récente, sous les deux aspects complémentaires, d'une part de l'étude de l'aléa (et de la dangerosité), et d'autre part de l'alerte (pour ne pas parler de prévision) par une instrumentation peu coûteuse. Le chantier choisi, celui des Nouvelles-Hébrides, permet de 1988 à 1994 d'attirer l'attention sur les dangers présentés par les explosions hydro-magmatiques à l'origine de caldeiras dans les volcans basaltiques des arcs insu-

lares. Ces techniques furent ensuite appliquées en Amérique du Sud où les populations exposées sont plus nombreuses. Les géosciences ne restent pas à l'écart d'une question essentielle concernant le milieu physique, celle de l'évolution du climat. Les coraux qui constituent des marqueurs très précis du niveau de la mer et des supports de datations fiables permettant l'étude des déformations récentes (néotectonique) et en cours, se révèlent aussi des enregistreurs de la température de la surface de l'eau de mer extrêmement sensibles. Ils sont susceptibles de remplacer des observatoires instrumentaux pour le passé, dès lors qu'on se satisfait d'un suivi équivalent à un pas mensuel.

Ces caractéristiques permettent d'envisager l'étude des instabilités climatiques régionales dans la période récente (0 - 6 000 ans), dite de stabilité du climat global. Ainsi, peut être abordée l'étude des aléas climatiques régionaux, préalable à l'évaluation du risque climatique. Cette convergence nouvelle entre océanologues du centre de Nouméa (physiciens et géologues) constitue un facteur de dynamisation des programmes en gestation sur l'étude de la variabilité climatique dans le Pacifique.

Jacques Récy, et Jacques Daniel
Département "Terre, océan, atmosphère"

² Université de Cornell (en sismologie et néotectonique), Université du Texas à Austin, et une collaboration informelle avec la National Ocean Administration, américaine, l'US Geological Survey et l'ODP (Ocean Drilling Project). Des contacts régionaux (Australie et Nouvelle-Zélande notamment), organisation de campagnes avec l'Ifremer et l'Université de Bretagne Occidentale (Seapso sur le Jean Charcot, Subpso avec le Nautille).



Observation GPS à Malicolo au Vanuatu.

L'Océanographie Physique ET CHIMIQUE

L'implantation de l'océanographie physique française dans l'Océan Pacifique débute en 1952 avec l'arrivée à Nouméa d'un chalutier de 20 m transformé en navire de recherche, l'Orsom III. Une étroite coopération avec la Marine nationale basée à Nouméa permet parallèlement de réaliser des campagnes exploratoires dans le Pacifique sud-ouest. C'est au cours de ces campagnes que sont dressées les premières cartes de la distribution de la salinité, de la température et des courants.



La surveillance continue du Pacifique tropical

Les nombreuses campagnes réalisées par les équipes françaises mettent en évidence la nécessité d'observation permanente de l'océan Pacifique, celui-ci manifestant une variabilité à différentes échelles de temps. De ce fait, les cycles saisonniers et interannuels sont incomplètement décrits par des campagnes océanographiques épisodiques. C'est ce constat qui est à la base de la mise en place, en 1969, d'un réseau d'observations océanographiques régulières par des navires marchands. Les deux paramètres de base de l'océanographie, la

La recherche océanographique mondiale s'organise alors de façon coordonnée et l'équipe des physiciens de l'Orstom y contribue en réalisant, en 1956, la campagne Equapac consistant en une radiale océanographique à 170°E franchissant l'Équateur. C'est la première d'une longue série de campagnes transéquatoriales qui restent exploratoires et épisodiques jusqu'en 1965. Cette période est suivie dès l'arrivée du N.O. Coriolis par une série de campagnes d'observations systématiques et par une surveillance continue qui permet le diagnostic de l'évolution du système de circulation intertropical. Ce système est sous la dépendance d'événements climatiques interannuels (El Niño, Southern Oscillation) lorsque le différentiel de pression Tahiti/Darwin s'affaiblit, et son opposé La Niña lorsque ce différentiel de pression est maximal. Enfin, depuis 1985, s'est développée une phase d'études de processus pour tenter de comprendre, et si possible de prévoir, l'évolution du système couplé Océan-Atmosphère, dans le cadre du grand programme de recherche international TOGA³.

température et la salinité sont, dans un premier temps, mesurés en surface grâce au concours bénévole des officiers navigants des navires de commerce, de pêche et de la Marine nationale. La somme des connaissances ainsi accumulées par les équipes françaises sur le Pacifique équatorial et tropical, et notamment dans la région ouest où semble prendre naissance le phénomène ENSO, a largement servi de fondement scientifique au programme international TOGA.

Les physiciens de Nouméa mettent en place, à partir de 1979, une surveillance continue de la structure thermique de la couche 0-400 m, puis 0-800 m, le long des rails de navigation transéquatoriaux des navires de commerce. Le lancer, à partir de la passerelle, le navire en route, de sondes thermiques à têtes perdues (XBT : EXpendable BathyThermograph), permet d'obtenir le profil thermique avec une maille de l'ordre du degré de latitude (environ 100 km). Les données XBT, traitées à bord automatiquement, sont transmises en temps réel aux banques de données mondiales par le système Argos, remplissant ainsi l'un des objec-

tifs essentiels du programme TOGA. En plus de ces observations par navire de commerce, deux campagnes océanographiques annuelles sont réalisées à partir de 1984, le long du méridien 165°E, de 20°S à 10°N. Au cours de ces campagnes transéquatoriales, les chercheurs étudiant la production pélagique réalisent des mesures chimiques et biologiques dans le but de quantifier les relations causales entre l'environnement physique et les productions primaire et secondaire. Pendant ces campagnes, un réseau de bouées mouillées de part et d'autre de l'équateur a été mis en place et entretenu. Équipées de chaînes à thermistance, ces bouées permettent de transmettre en temps réel la température de la couche 0-500 m. Des capteurs de conductivité, de précipitations et de mesures météorologiques classiques (vent, humidité, pression atmosphérique) ont été récemment ajoutés sur ces bouées. De même, des lâchers de bouées dérivantes, certaines avec des courtes chaînes à thermistance (0-15 m), permettent l'étude du cycle diurne de la température de la couche superficielle.

³ TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere) a pour objet d'observer, de comprendre et de tenter la prévision à moyen et long terme de l'évolution du système couplé océan-troposphère. Il a débuté en 1985 par la mise en place d'un réseau d'observations systématiques des couches supérieures de l'Océan Pacifique tropical et s'est terminé fin 1995.



Rosette à prélèvement d'eau à différentes profondeurs.

L'Atalante à l'Équateur, au cours de la campagne Flupac Octobre 94 - organisée par l'Orstom.

Lancement d'une sonde XBT (expendable bathythermograph). Lancées depuis des navires, ces sondes peuvent mesurer la température de l'eau jusqu'à 800 mètres de profondeur. Elles ont permis d'étudier la température thermique profonde du Pacifique.

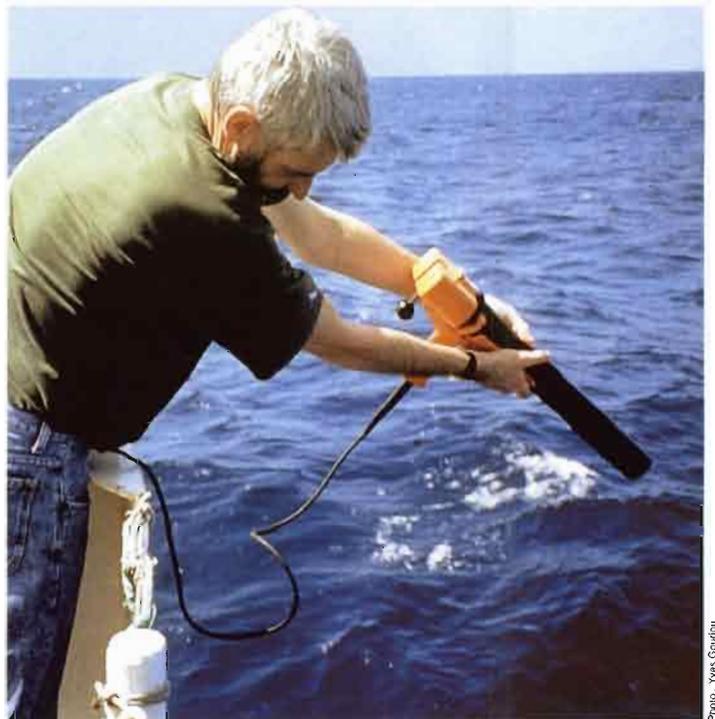


Photo: Pierre Lécroix



***Ecsenius fourmanoiri*,
espèce endémique de
Nouvelle-Calédonie.**

.....



Photo: Mery Buzar

**Coupe transversale
d'une coquille de troca
(gastéropode marin).**

L'analyse des résultats de campagnes océanographiques d'exploration, des données recueillies par la surveillance continue du Pacifique tropical et des données météorologiques disponibles, a permis de faire un diagnostic assez pointu de la variabilité saisonnière et inter annuelle de l'Océan Pacifique.

Au plan des bilans chimiques et de production primaire, un des résultats les plus marquants concerne la mise en évidence de la forte corrélation (négative) existant, pour le Pacifique intertropical entre le contenu thermique et le contenu nutritif.

On perçoit donc, dans un contexte de réchauffement global de la planète, les risques écologiques liés à une augmentation de la fréquence et de l'amplitude des anomalies ENSO, baisse de la productivité marine intertropicale, augmentation de l'intensité de la cyclogenèse dans le Pacifique central, montée des niveaux marins, etc.

Un écosystème à part : le récif corallien

Les écosystèmes coralliens sont particulièrement bien développés autour de la Nouvelle-Calédonie qu'ils ensèrent sous forme de récifs barrières dont le périmètre total est de l'ordre de 1 500 km. Les premiers travaux menés sur ce milieu dès 1950, s'attachent à en décrire les caractéristiques écologiques à

l'échelle d'îlots lagonaires, en essayant de rendre compte des interactions complexes entre les colonies coralliennes, les algues associées et la faune fixée et libre. Suivant cette phase pionnière, de nombreuses études ponctuelles sont menées dans le complexe récifo-lagonaire, que ce soit au plan des ressources (poissons, crustacés, mollusques) ou suivant une approche plus fondamentale. De 1958 à 1963 d'autres travaux portent sur la géomorphologie et les structures récifales, avec la réalisation des premiers forages de moyenne profondeur. Dans une seconde phase, à partir de 1977, les travaux de recherche sur les systèmes récifaux lagonaires s'attachent à en établir les caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques, notamment grâce aux navires-laboratoire Coriolis et Vauban. Parmi les domaines les mieux étudiés, citons ceux qui concernent les substrats benthiques coralliens et sédimentaires, ainsi que la courantologie et les paramètres de contrôle de la productivité lagonaire.

L'ensemble récifo-lagonaire de la Nouvelle-Calédonie peut être considéré, en surface et en diversité, comme le second de la planète, après la Grande Barrière de Corail d'Australie. Ainsi, la plupart des résultats obtenus peuvent être extrapolés à d'autres archipels et systèmes récifaux.

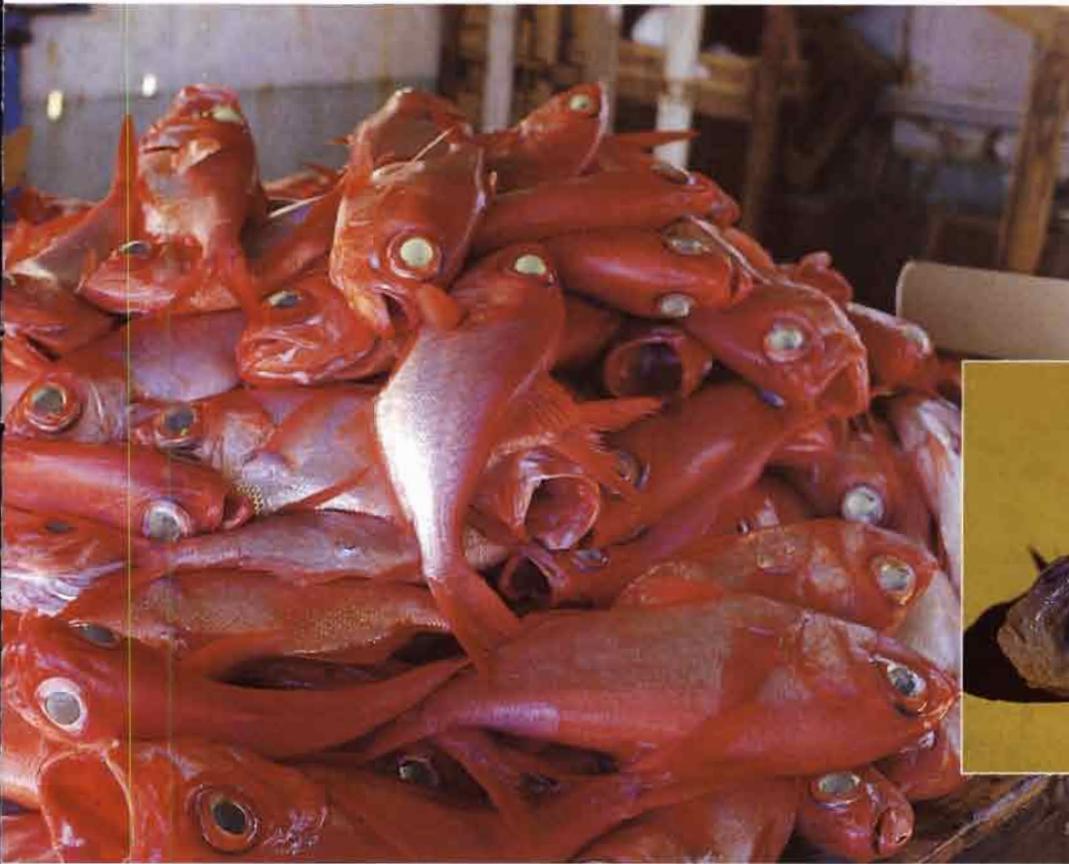


L'Océanographie Biologique

De 1947 à 1964, les chercheurs amassent les premières données sur les milieux coralliens et les ressources halieutiques de la zone tropicale française, réalisant ainsi dans plusieurs domaines majeurs, un état des lieux qui s'avérera d'un immense intérêt pour le développement de l'océanographie biologique moderne. Toutefois, l'absence de moyens navigants et d'équipements techniques sophistiqués limite la recherche aux zones côtières. L'arrivée du Coriolis va profondément bouleverser les activités de recherche à Nouméa. A partir de 1965, et ce pendant dix ans, toutes les activités de recherche en océanographie sont orientées vers le large : aux physiciens la compréhension du système des courants équatoriaux, aux chimistes les analyses de sels nutritifs et de gaz dissous et aux biologistes l'étude des circuits trophiques du pelagos.

Durant toutes ces années, le Coriolis sillonne le Pacifique ouest et central, de 5°N à 20°S. L'objectif est de tenter de comprendre les circuits trophiques aboutissant aux thons de longue ligne.

A la fin des années soixante dix, un élément essentiel vient bouleverser les poli-



***Beryx splendens*,**
pêche à la palangre
de poissons profonds.

Photos : Pierre Lichstein

***Satyrichthys melchi*.**
Faune des eaux
profondes de la
Nouvelle-Calédonie.



Photos : Pierre Lichstein

**Le Coriolis, navire
océanographique de l'Orstom**

liques de développement halieutique du monde entier et des pays et territoires océaniques en particulier : la mise en place des zones économiques des 200 milles et le droit de contrôle des ressources qui y sont présentes. Les demandes en matière de recherche finalisée émanant des autorités territoriales de la Nouvelle-Calédonie et de la Polynésie française ainsi que des dirigeants du condominium des Nouvelles-Hébrides deviennent de plus en plus pressantes.

Les ressources de la zone économique de la Nouvelle-Calédonie

A la demande des autorités territoriales, l'Orstom engage des opérations de recherche sur les petits pélagiques utilisés comme appâts vivants dans la pêche à la canne des thons de surface, sur les trocas et les holothuries d'intérêt commercial. Un bilan des connaissances acquises dans les domaines de l'hydrologie, de la dynamique et de la productivité du lagon sud-ouest est réalisé. Les pentes récifales externes, habitat de poissons de profondeur exempts d'ichtyosarcotoxisme, font l'objet d'un vif intérêt régional. Ces études révèlent la présence de nombreuses espèces



Photo : Orstom

Zenion japonicus,
faune des eaux
profondes de la
Nouvelle-Calédonie.



Photo: Robert Le Brougne

Ces cinq filets à
plancton permettent
de prélever
à cinq profondeurs
différentes.

.....

Province Nord :
Travail d'identification
et d'évaluation des
espèces après une
pêche de nuit.



Photo: Pierre Lebrun



Photo: Christophe Trépo

nouvelles. Les travaux concernant les thons du large visent à mieux connaître les conditions hydrologiques favorables à leur concentration.

De 1981 à 1984 le programme Lagon, consacré aux écosystèmes coralliens, entame la description des biotopes et des biocénoses. Il développe ensuite une étude du fonctionnement des milieux coralliens qui constituent l'apport en connaissances fondamentales indispensables à la réalisation d'opérations finalisées : études des ressources en huîtres perlières, pectinidés, madrépores, crabes de palétuviers, poissons récifaux, poissons de mangrove, poissons des pentes récifales externes... Ce programme s'achève en 1991.

La production pélagique hauturière

Parallèlement, le large fait l'objet d'une intense activité. Le programme PROPAC se déroule de 1986 à 1991. Il a pour but d'étudier l'effet des variations climatiques sur la production pélagique hauturière dans le Pacifique sud-ouest. Il se situe à la charnière des études climatiques et de celles des ressources hauturières, et fait intervenir simultanément des mesures de paramètres physiques, chimiques et biologiques.

A compter de 1992, le programme FLUPAC prend le relais pour étudier le cycle du carbone dans l'océan et les échanges océan-atmosphère.

En ce qui concerne les thonidés, dont la pêche dans le Pacifique sud-ouest représente plus de la moitié des prises mon-

diales, l'Orstom dispose à Nouméa d'une base de données hydrologiques (observations de surface, XBT, vents...) sur plusieurs décennies. Ces données, croisées avec celles de la base régionale des données thonières de la Commission du Pacifique Sud, permettent au programme "Thons et environnement" de cartographier les prises et les rendements des thoniers, en relation avec les paramètres de surface puis de les corrélés. L'objectif général est l'étude de l'influence des variations à grande échelle du milieu (ENSO) sur la répartition spatio-temporelle de la ressource et la capturabilité des thonidés par les différentes méthodes de pêche (palangre, canne, senne).

A la découverte de la faune bathyale

La zone économique de la Nouvelle-Calédonie est un ensemble géomorphologique extrêmement varié dans lequel les monts sous-marins d'origine volcanique côtoient la fosse océanique profonde. C'est pourquoi l'Orstom, en collaboration avec le Muséum national d'Histoire naturelle, effectue en 1985 la première des campagnes MusOrstom consacrées à l'étude de la faune épibathyale (200-2 000 m) de la Nouvelle-Calédonie. Les résultats sont spectaculaires, les récoltes révélant une extrême richesse en "fossiles vivants", confirmée par les 21 plongées réalisées en 1989 entre 150 et 3 000 m à bord du submersible "Cyana". Au total, ce sont plusieurs centaines d'espèces nouvelles qui sont

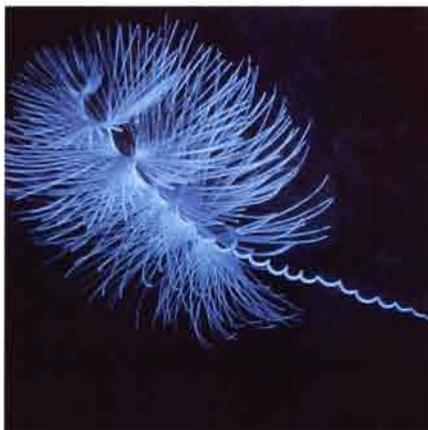
décrites ou qui restent à décrire. Au plan halieutique, ces monts sous-marins abritent des ressources exploitables. Leur étude a fait l'objet de 1991 à 1993 d'un programme finalisé qui concernait notamment les stocks de *Beryx splendens* entre 500 et 900 m de profondeur. Plusieurs campagnes exploratoires de pêche au chalut et à la palangre de fond ont été réalisées ou sont en projet. L'une d'elle, programmée pour novembre 1996, concernera des chalutages profonds entre 800 et 1 500 m dans la partie sud-est de la zone économique, avec l'espoir d'identifier la présence de stocks profonds d'hoplostèthes ou d'autres espèces, notamment de macrouridés.

**René Grandperrin
Christian Hénin,**

Département "Terre, océan, atmosphère"



Inventaire de la diversité biologique d'un récif.



Gorgone découverte en Nouvelle-Calédonie par le submersible Cyana lors de la campagne Calsub en 1989 à 816 m de profondeur.

Poissons en Province Nord

A la demande de la Province Nord, le centre Orstom réalise une évaluation des ressources en poissons démersaux sur une étendue lagunaire de 10 000 km². Réalisé dans le cadre d'un contrat de développement Etat-Province, ce travail a pour objectif une meilleure connaissance des peuplements de poissons qui présentent un intérêt économique ou écologique majeur.

Il s'agit, en premier lieu, d'identifier les biotopes préférentiels des 250 espèces étudiées, puis d'estimer l'abondance et la biomasse des différentes popula-

tions. Ces données doivent permettre d'évaluer ce qui peut être pêché et de définir des actions propres à assurer une gestion durable de cette ressource. Par ailleurs, elles présentent un intérêt scientifique pour l'étude de la zoogéographie des espèces ciblées et de la variation des structures des peuplements en fonction des paramètres du milieu (sédimentologie, apports terrigènes, pression de pêche...).

D'une durée de deux ans et demi, le travail a débuté au mois de février 1995 et constitue la plus grande application

connue à grande échelle de méthodologies spécifiques aux poissons des milieux lagunaires de l'Indo-Pacifique.

Il met en oeuvre des techniques d'échantillonnage différentes et complémentaires : les comptages visuels en plongée et les pêches expérimentales (ligne à main, filet et palangre). 176 jours de mission ont permis de prospecter le nord de la Grande Terre, la côte ouest et une partie de la côte est. Ainsi, plus de 700 comptages (soit 1 400 plongées) et 400 pêches ont déjà été réalisés par l'équipe de quatre chercheurs et techniciens mis à la disposition de l'Orstom par

l'administration provinciale et le coordinateur scientifique de l'Institut.

Les résultats définitifs seront remis à la Province au mois d'août 1997. D'ores et déjà, le traitement des données de l'archipel des Belep et des récifs voisins fait état d'une diversité et de valeurs de biomasses parmi les plus importantes observées dans l'Indo-Pacifique. Il a également été possible de mettre en évidence des effets terrigènes très marqués sur les peuplements de cette zone.

Pierre Labrosse, Province Nord.

La terre

DOSSIER



Comptant parmi les îles les plus anciennes et les plus grandes du Pacifique tropical, la Nouvelle-Calédonie présente une richesse naturelle aussi exceptionnelle par ses sols et sa



ressource en eau que par sa biodiversité. Outre des recherches fondamentales sur ce milieu naturel, les chercheurs de l'Orstom ont également entrepris des recherches finalisées visant à soutenir et à préserver ou à restaurer l'environnement.



La Nouvelle-Calédonie possède l'une des plus fortes concentrations au monde après l'Australie. Ces plantes se développent surtout sur des sols pauvres et toxiques. Ici, *Casuarina collina*.

Pour mieux comprendre la fertilité et l'évolution des terres cultivées, l'Orstom en étudie les caractéristiques grâce à des études expérimentales au champ.

Un premier projet d'inventaire pédologique apparaît en 1950. Les recherches dans ce domaine prennent alors de l'ampleur. Les sols calédoniens et leurs particularités sont progressivement identifiés, les grandes lignes des facteurs de leur pédogenèse précisées, les problèmes majeurs affectant leur mise en valeur cernés. Les cartographies au 1/200 000 des sols des îles Loyauté et de la Grande Terre sont réalisées respectivement en 1982 et 1986 à partir des nombreuses reconnaissances antérieures au 1/50 000. Plusieurs thèses éclairent la pédologie sur les processus pédogénétiques des massifs ultrabasiques, les relations entre paysages, processus pédogénétiques et types de sols, ainsi que sur la formation de gypse dans les vertisols. L'étude expérimentale des conditions de mise en valeur des sols calédoniens est abordée à partir de 1965. Ces travaux portent principalement sur l'amélioration des pâturages calédoniens ainsi que sur le développement de la culture de la pomme de terre sur la Grande Terre, aux Loyauté et aux Nouvelles-Hébrides.

En 1978 commence l'étude des facteurs de la fertilité des sols calédoniens et leur évolution sous culture. Le programme mis en place en 1979 est pluridisciplinaire. Il aborde les problèmes type de sols par type de sols. En 1984, l'Orstom regroupe les moyens de l'agronomie avec une partie de ceux de la pédologie dans un nouveau laboratoire d'agropédologie.

DES SOLS VARIÉS MAIS PEU FERTILES

Faisant l'objet de conventions avec le Territoire dès 1979, puis avec les Provinces Îles et Sud à partir de 1991, les recherches portent successivement sur les sols alluviaux et les vertisols classiques, sur les solonetz solodisés (très peu fertiles naturellement), les vertisols hypermagnésiens (quasi-stériles natu-

rellement) et, depuis 1991, sur les sols ferrallitiques et oxydiques des îles Loyauté et du sud de la Grande Terre (quasi-stériles à stériles naturellement). Carences en nutriments et déséquilibres calco-magnésiens sont d'abord étudiés en serre sur vases de végétation, puis en plein champ sur des expérimentations généralement de cinq ans. Cette procédure, complétée par des études en laboratoire et des enquêtes sur le terrain, permet de progresser efficacement dans la connaissance des facteurs de la fertilité des sols. Ces résultats sont rapidement mis en application par les Services Ruraux.

Actuellement, les recherches en cours sur les sols oxydiques des îles Loyauté et du Sud de la Grande Terre ont déjà apporté des informations essentielles sur les facteurs limitants des cultures pratiquées dans ces conditions. Ces informations sont déjà en partie exploitées par les Services Ruraux.

D'une façon générale, la Nouvelle-Calédonie est apparue très tôt comme un site remarquable pour le développement des recherches en matière de pédologie et d'agropédologie : 11 des 12 classes de sols du monde y sont représentées et la variabilité des faciès au sein de chaque classe y est exceptionnelle.

**Bernard Bonzon
et Thierry Becquer**

Département "Milieux et activité agricole"





Photo - Bernard Camignon

**Jaugeage de
moyennes eaux.
Amont de la chute de
Coula.**

.....

LA PROSPECTION DES RESSOURCES EN EAU

L'Orstom affecta le premier hydrologue dans le Pacifique en 1954, à Nouméa, pour prospector les ressources en eau. Les recherches se sont appuyées, depuis, sur le développement d'un réseau de postes pluviométriques venant compléter celui des stations de la Météorologie Nationale, sur l'implantation et le développement d'un réseau de stations hydrologiques sur les rivières du Territoire, et sur l'équipement hydrologique et l'observation des bassins versants choisis pour réaliser les études particulières nécessaires à l'édification des aménagements projetés sur ces cours d'eau. Le fonctionnement en continu de ces réseaux permet le suivi, l'enregistrement et la mesure des précipitations et des écoulements. Les résultats, stockés dans des banques de données hydroclimatiques, constituent le matériau indispensable à l'élaboration de la connaissance des régimes climatiques et de l'écoulement des eaux de surface.

Une pluie de résultats

La première carte pluviométrique de la Nouvelle-Calédonie, publiée en 1966, fut remaniée en 1981. 92 stations pluviométriques, sur tout le Territoire, permettaient en 20 ans (1956-75) une cartographie homogène de la pluviométrie moyenne inter-annuelle.

L'examen des totaux mensuels des précipitations met en lumière les variations saisonnières de la pluie et leur irrégularité. Il fait aussi apparaître des variantes régionales saisonnières des pluies entre la côte Est et la côte Ouest et du Sud au Nord de l'île.

L'étude des épisodes pluvieux conduit à établir des relations "intensité-durée-fréquence", diverses d'un point à un autre de l'île, dont la connaissance permet de lutter contre le ruissellement pluvial urbain et l'érosion des terres dénudées.

En Nouvelle-Calédonie tous les résultats relatifs aux écoulements superficiels et aux régimes hydrologiques proviennent des données fournies par le réseau de stations hydrométriques. Deux lim-

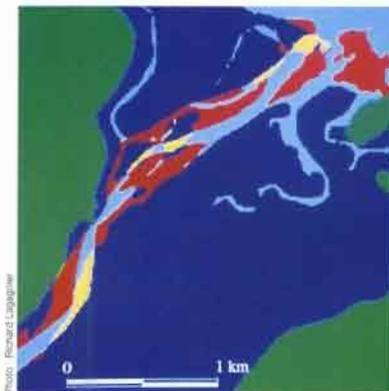
nigraphes enregistreurs implantés en 1960 ont été remplacés par 17 stations automatiques dans les années 70.

En 1968, une première description des régimes hydrologiques de l'île est réalisée. Elle repose principalement sur l'étude du débit moyen annuel, du bilan annuel d'écoulement par rapport à la pluie annuelle affectant le bassin versant de la rivière, sur l'étude des variations saisonnières de l'écoulement, des débits des crues et enfin sur celles du tarissement et des étiages.

Le ruissellement trop rapide est rarement profitable à la végétation. Les coefficients moyens d'écoulement sont partout supérieurs à 30%, valeur élevée due à la faible perméabilité des terrains, la faible étendue de la forêt et les fortes pentes des versants offerts aux averses fréquentes et abondantes.

L'écoulement saisonnier des rivières suit le rythme des précipitations - Août à novembre, basses eaux ; crues maximales (60 à 70% du volume annuel) de décembre à mars -.

Quarante ans d'observations et de mesures dans le Pacifique Sud, ont été



**Evolution du delta de
la Thio entre 1955 et
1989.**

.....

diffusés sous forme d'atlas, d'encyclopédies, d'annales et d'annuaires hydrologiques ainsi que de monographies et de cartes hydrologiques ou pluviométriques.

Mais toutes les activités de recherche en ces domaines ne sont pas limitées à ce type de connaissance. A la demande des utilisateurs (autorités territoriales, collectivités, entreprises etc.) de très nombreuses études particulières sont réalisées, dont les résultats viennent grossir l'information de base recueillie par les réseaux.

Une île sous haute surveillance

La spécificité des cyclones dans le sud-ouest Pacifique, le danger qu'ils représentent et les dégâts qu'ils provoquent en font actuellement un des sujets d'étude de première grandeur pour la recherche hydrologique.

Ils représentent dans cette région du monde, l'un des risques naturels majeurs, contre lesquels il convient de protéger les populations.

Les pluies exceptionnelles liées au passage des cyclones ainsi qu'au développement accidentel d'orages localisés battent d'impressionnants records. La période des cyclones et des dépressions se situe dans cette région entre les mois de décembre et mars.

Plus que les effets dus à l'effondrement de la pression atmosphérique, aux vents et à la tempête, c'est à l'extrême abondance des précipitations que la recherche hydrologique doit s'intéresser de très près.

Frédéric Moniod

Département "Eaux continentales"



Xeronema moorei
de la famille
des Liliacées.



RICHESSE DE LA FLORE

Avec 3 000 espèces de phanérogames autochtones et 250 fougères, la flore de la Nouvelle-Calédonie, endémique à plus de 75 %, constitue un potentiel botanique important.

Des travaux de collecte, entrepris au siècle dernier, ont révélé l'extraordinaire richesse et l'originalité de la flore. Depuis, les botanistes s'attachent à compléter l'inventaire, à décrire de nouvelles espèces qui sont consignées dans l'herbier du centre Orstom de Nouméa. Celui-ci, qui compte plus 60 000 échantillons, est un outil de référence reconnu mondialement. En outre, un fichier nomenclatural et écologique a été constitué par l'Orstom depuis 15 ans. Il est régulièrement remis à jour avec le concours du Muséum national d'Histoire naturelle.

Outre la connaissance de la diversité floristique, la compréhension du fonctionnement des écosystèmes fait appel à des disciplines aussi diverses que la biologie

moléculaire, l'écologie, la physiologie, la phytochimie ou l'ethnobotanique.

La connaissance de cette flore et de ses caractéristiques fonctionnelles a permis aux chercheurs de distinguer diverses espèces dont la résistance est particulièrement prometteuse dans le cadre de la revégétalisation des anciens sites miniers. L'implantation de ces espèces variées sur les sites concernés permettra de fixer le sol en surface et donc de lutter contre son érosion, de restaurer les paysages dégradés, de réguler les débits hydriques et de restaurer la diversité biologique des écosystèmes. Ces espèces sauvages appartiennent à plusieurs familles, notamment les cypéracées et les casuarinacées associées à des bactéries fixatrices d'azote du genre *Frankia* (cf. encadré ci-contre). Toutefois, leur utilisation courante passe par leur domestication et notamment la maîtrise de leur multiplication et de leur implantation sur site.

Tanguy Jaffré

Département "Milieux et activité agricole"

Meryta coriacea de la
famille des Araliacées,
de forme biologique
originale.



Metrosideros nitida, de
la famille des
Myrtacées, famille
la plus diversifiée
de Nouvelle-Calédonie.

Gymnostoma chamaecyparis, espèce de casuarinacées que l'on rencontre sur les terrains miniers.

Casuarina collina, arbre capable de se développer sur différents types de sols. Il est fréquent sur tout le territoire.



Photo : Gérard Rinaudo



Photo : Gérard Rinaudo

Les symbioses Frankia-casuarinacées, fixatrices d'azote

Seuls certains micro-organismes sont capables d'utiliser l'azote de l'air pour produire des protéines. Quand ils vivent en symbiose avec une plante, ils participent donc à la production de protéines végétales. Cette remarquable propriété contribue au développement de la plante de façon parfois considérable.

Les symbioses fixatrices d'azote améliorent la fertilité et la productivité des sols. Leur utilisation est donc un facteur de première importance, notamment pour les pays en développement qui utilisent peu les engrais azotés en raison de leur coût. Les Casuarinacées (*Allocasuarina*, *Casuarina*, *Ceuthostoma* et *Gymnostoma*) forment un groupe de 90 espèces d'arbres et d'arbustes dont l'aire d'origine est l'Océanie. Ces plantes vivent en symbiose avec la bactérie *Frankia* qui leur permet de fixer l'azote atmosphérique. Grâce à leur faibles exigences nutritionnelles, ces arbres jouent un rôle essentiel dans les zones tropicales à la fois pour la production de bois et de biomasse, mais aussi pour la production de fourrage, la reforestation, la protection des sols contre l'érosion.

La Nouvelle-Calédonie bénéficie

de conditions exceptionnellement favorables à l'étude des Casuarinacées :

- elle se situe dans l'aire d'origine des Casuarinacées, donc dans une zone où leur biodiversité est la plus forte ;
- leur densité y est particulièrement élevée ;
- en raison de leur diversité et de leurs particularités écologiques, elles sont d'un grand intérêt pour la réhabilitation de sols dégradés. C'est notamment le cas pour l'exploitation à ciel ouvert du minerai de nickel de Nouvelle-Calédonie, qui se traduit par le décapage du sol et la destruction de la couverture végétale.

Les recherches portent sur l'analyse de la biodiversité des deux partenaires de ces symbioses, le partenaire végétal (*Casuarina*, *Gymnostoma*) et le partenaire bactérien associé (*Frankia*), et leurs relations avec l'environnement. Elles ont pour finalité la réhabilitation de sols dégradés par l'introduction des couples symbiotiques "plante-bactérie" sélectionnés. Cette approche est donc pluridisciplinaire et implique la collaboration de spécialistes du végétal (botanistes, forestiers) et de microbiologistes.

Gérard Rinaudo - Département "Milieux et activité agricole"



Paracupta erythrocephala, coléoptère buprestidé de la faune calédonienne.

LES RAVAGEURS DES PLANTES

Les chercheurs se sont intéressés dans un premier temps à la faune, dans la mesure où elle représentait une menace pour l'agriculture. A partir de 1950 et jusqu'en 1962, ils ont ainsi étudié successivement : le criquet migrateur (*Locusta migratoria*), le charançon et la pyrale du bananier (*Cosmopolites sordidus*, *Lamprosema octasema*), la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella*), le scolyte du grain de café (*Hypothenemus hampei*), le charançon de la patate douce (*Euscepes postflaciatulus*). Ces travaux ont abouti à la réalisation du premier « Catalogue » des parasites de l'agriculture en Nouvelle-Calédonie. Les recherches se sont poursuivies avec une orientation affirmée vers la lutte biologique, notamment le contrôle des parasites du cocotier (*Brontispa tongissima*, *Axiagastus campbelli*, *Aspidiotus destructor*), des travaux sur les mouches des fruits et leurs parasites, et une étude des lépidoptères piqueurs de fruits.

A partir de 1970, une étude très complète a été menée sur la biologie et l'écologie de la cochenille des agrumes (*Lepidosaphes beckii*). Plus généralement, la recherche s'est intéressée aux cochenilles nuisibles et à la faune des micro-hyménoptères qui les parasitent. Dès 1973, l'étude des acariens phytophages a été entreprise avec le double objectif d'une connaissance fondamentale du groupe et de son incidence agricole et horticole. Des travaux ont également abordé les problèmes de l'élevage avec l'introduction des bousiers en Nouvelle-Calédonie et une étude sur l'écologie en pâturage de la tique du bétail (*Boophilus microplus*) a été menée. Parallèlement, de 1975 à 1978, l'Orstom a étudié les lépidoptères nuisibles aux cultures maraichères, notamment la teigne des crucifères *Plutella xylostella*, et les hyménoptères qui les parasitent.

A partir de 1977 a été conduite une étude biosystématique régionale des *Coccinellidae*, auxiliaires classiques de la lutte biologique contre les homoptères et les acariens phytophages. Les applications de ces travaux ont porté en par-

Chenille du papillon piqueur des fruits *Othreis fullonia*.



LES PLANTES ET LEURS MALADIES

Les activités de recherche développées dans le laboratoire de phytopathologie ont été, à l'origine, tout naturellement tournées vers l'inventaire des agents pathogènes tant sur les plantes cultivées (maraichères et vivrières, céréales, cultures fruitières...) que sur les espèces végétales sauvages ayant un intérêt économique, ou qui constituent des réservoirs potentiels de pathogènes (pandanus, niaouli...).

Tout en conservant une activité importante de diagnostic, les études se sont spécialisées dans l'analyse des relations hôtes-parasites (*Phytophthora* sur taro, rouille des caféiers arabica) avec des objectifs pratiques de mise en place de stratégies de lutte (alternariose des solanées, rouilles du maïs).

Par la suite les recherches ont concerné la contamination des récoltes par des parasites fongiques, provoquant peu de dégâts pendant le cycle végétatif mais à fortes incidences toxicologiques (fusariose du maïs et mycotoxines associées). Enfin, la mise au point récente d'outils informatiques d'analyses statistiques autorise l'étude de systèmes complexes qui associent à une culture donnée les développements épidémiques de plusieurs populations de pathogènes dans des contextes écologiques diversifiés. Le laboratoire concentre actuellement ses efforts sur les maladies du café (cf. encadré ci-contre) dont la culture revêt un réel intérêt économique pour les îles du Pacifique sud.

**Franz Kohler, Daniel Nandris
Frédéric Pellegrin**
Département "Milieux et activité agricole"



Fusariose sur épi de maïs dont l'agent pathogène est *Fusarium moniliforme*.



Dégâts occasionnés sur les grains commercialisés.

Coffea canephora var. robusta : floraison et fructification.

Biodiversité et valorisation d'une production agricole : le caféier

La valorisation des productions agricoles est une préoccupation fondamentale des pays en développement auquel l'Orstom contribue par les recherches conduites en Nouvelle-Calédonie dans trois domaines complémentaires : intégration de la biodiversité pour l'amélioration génétique, relations entre la plante et ses maladies, lutte intégrée contre le scolyte du grain de café.

La lutte intégrée contre le scolyte du café

Le scolyte du grain de café (*Hypothenemus hampei*) est un ravageur spécifique des *Coffea spp.* dont il n'attaque que les fruits. A partir de l'aire d'origine des caféiers (Afrique de l'Est), ce ravageur a colonisé progressivement tous les pays producteurs, du nord du Brésil au Mexique. Ses populations très importantes se traduisent par des taux d'infestation supérieurs à 50 % des récoltes. Pour limiter les pertes occasionnées, ces pays ont généralement recours à l'un des rares insecticides actifs : l'endosulfan. En 1989, la découverte en Nouvelle-Calédonie de souches extrêmement résistantes à cet insecticide est à l'origine du programme actuel. Celui-ci a pour finalité de cerner les facteurs opérationnels, environnementaux et fondamentaux à l'origine de ce phénomène d'évolution d'une population animale soumise à une pression, ainsi qu'à développer des

méthodes biologiques de lutte. Les travaux réalisés à ce jour, ont permis de développer une méthodologie simple qui a été adoptée par la FAO pour la détection des résistances dans les pays en développement. Enfin, par le biais de la biologie moléculaire, la mutation à l'origine de la résistance a été identifiée, de même que les mécanismes génétiques impliqués dans sa transmission. L'Orstom participe actuellement à une étude mondiale des souches de scolytes et à la surveillance de nouveaux cas de résistance. L'originalité des travaux réalisés constitue une référence qui se traduit par diverses expertises (Mexique, Colombie, Philippines, Indonésie) et contribue à la notoriété de l'Institut.

Relations entre la plante et ses maladies

Les recherches portent sur l'analyse du pathosystème multiple du caféier, dans le contexte insulaire du Pacifique Sud où cette culture revêt un réel intérêt économique. L'objectif de ces travaux est de comprendre le fonctionnement du pathosystème associant un caféier, ses principaux pathogènes fongiques (*Hemileia vastatrix*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cercopora coffeicola*) et l'environnement afin de modéliser leurs interrelations. Il s'agit plus particulièrement de déterminer les conditions environnementales qui influent sur

la dynamique des maladies du caféier. La finalité générale de ces recherches consiste à élaborer, grâce à la modélisation, un outil d'aide à la décision permettant d'effectuer une prévision du risque épidémique dans un contexte environnemental donné.

Ce programme de recherche est principalement réalisé sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie mais comporte également une dimension régionale avec des investigations complémentaires menées en Papouasie Nouvelle Guinée (Coffee Research Institute, Kainantu, EHP) et à Vanuatu (île de Tanna).

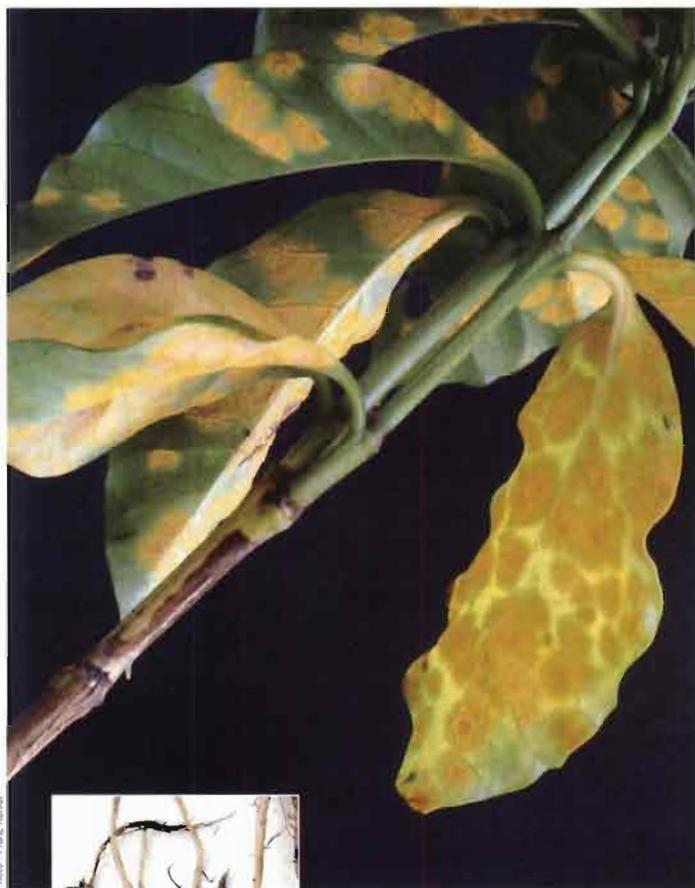
Génétique du café

Une prospection d'hybrides naturels, réalisée en Nouvelle-Calédonie en 1991 conjointement par le Cirad et l'Orstom, a permis de collecter une centaine d'hybrides originaux dans les plantations mixtes abandonnées de caféiers. Ils proviennent d'hybridations inter spécifiques naturelles entre les deux espèces cultivées (*Coffea arabica* et *C. canephora*) et de rétro croisements avec *C. arabica*. Installés en collection depuis 1992, leur développement végétatif satisfaisant et leur fructification autorisent actuellement leur étude complète. Des prospections complémentaires devraient rassembler plus de 200 caféiers hybrides naturels de Nouvelle-Calédonie.

Jusqu'à ce jour, un seul hybride de même nature, appelé « hybride de Timor », collecté par les Portugais à Timor (Indonésie), est utilisé universellement en croisement avec les lignées classiques d'*arabica*, toutes sensibles, pour apporter notamment la résistance à la rouille des feuilles (*Hemileia vastatrix*). Par exemple, les variétés modernes productives « catimors », naines et résistantes à plusieurs maladies, sont issues des croisements de la variété "caterra" d'*arabica* (naine, productive mais sensible à la rouille) avec l'hybride de Timor (résistant). Largement exploités en Amérique latine pour leurs caractéristiques agronomiques et technologiques, les catimors ont été introduits dans les années 80 en Nouvelle-Calédonie où ils montrent une bonne potentialité de production. L'impact économique de l'hybride de Timor est donc très grand pour la culture mondiale de l'*arabica*, mais fragile à cause de sa seule source de résistance. La variabilité des hybrides naturels calédoniens augmenterait considérablement la base génétique du matériel résistant.

Luc-Olivier Brun, Franz Kohler, Daniel Nandris, Frédéric Pellegrin et Daniel Le Pierres
Département "Milieux et activité agricole"

Rouille sur caféier arabica dont l'agent pathogène est *Hemileia vastatrix*.



Maladie des racines et du tubercule du taro d'eau due à *Pythium* sp.

ticulier sur le contrôle de l'*Aspidiotus* nuisible aux cocotiers du Vanuatu et en Nouvelle-Calédonie, et le rétablissement de l'équilibre écologique perturbé par l'invasion de ce territoire par le psylle du leucaena (*Heteropsylla cubana*). En 1986, une étude faunistique et écologique de la faune des forêts et maquis sur sols ultrabasiques du Sud de la Nouvelle-Calédonie a été entreprise avec

La fourmi électrique. Il lui a fallu moins de 25 ans pour coloniser tout le Territoire.



Les invasions biologiques : Le cas de la fourmi électrique en Nouvelle-Calédonie

La fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata* Roger 1863), originaire d'Amérique tropicale, a été signalée pour la première fois en Nouvelle-Calédonie en 1972. Grâce au concours involontaire de l'homme, il lui a fallu moins de 25 ans pour coloniser tout le territoire et atteindre les îles Loyauté et l'île des Pins. Cette fourmi est très compétitive grâce à ses caractéristiques sociales : plusieurs reines par nid, des nids interconnectés en réseau sans agressivité entre ouvrières, une prolifération par bourgeonnement des colonies (les jeunes reines fondent de nouveaux nids avec l'aide d'ouvrières), des individus en activité permanente, un recrutement de masse (pour exploiter une ressource alimentaire, toutes les ouvrières disponibles à proximité sont sollicitées). Bien que la fourmi électrique montre une préférence pour les miellats d'homoptères, c'est un polyphage opportuniste : prédateur très agressif d'invertébrés, consommateur de cadavres et d'éléments végétaux (graines, nectar...). Elle est aussi peu

exigeante pour la nidification, il n'y a pas à proprement parler de fourmilière : bois en décomposition, entre des feuilles de la litière du sol, entre les racines d'arbres, sous l'écorce, sous les pierres... Ces nids sont de plus très mobiles : à la moindre perturbation, la colonie déménage. Ces caractéristiques lui permettent de saturer les biotopes et d'en détourner les ressources à ses seules fins. En Nouvelle-Calédonie, aucun milieu n'est à l'abri : tous sont menacés d'une banalisation de leur faune par une altération irréversible de leur biodiversité. En effet, la présence de la fourmi électrique conduit à une diminution catastrophique, voire une disparition de groupes entiers (araignées, fourmis natives, scolopendres, carabes... et même geckos et lézards). Au-delà des nuisances causées à l'homme par sa piqûre, la fourmi électrique est une menace grave pour la biodiversité néo-calédonienne.

Hervé Jourdan
doctorant au Laboratoire de Zoologie Appliquée de Nouméa

la collaboration des chercheurs du Muséum national d'Histoire naturelle. Actuellement, l'Orstom étudie la biodiversité des milieux terrestres : structures des peuplements animaux (essentiellement arthropodes) et équilibres biologiques, intégrant les conséquences d'actions anthropiques (feux), ainsi que la thématique des invasions à travers l'étude de la fourmi pionnière *Wasmannia auropunctata* (cf. encadré ci-contre). Dès 1979 l'Orstom s'est attaché à l'étude des problèmes liés à la résistance des parasites aux pesticides : les travaux ont porté successivement sur les tétranyques, les insectes des denrées stockées, les parasites de la tomate, la tique des bovidés, les thrips des cultures maraîchères (*Thrips palmi*) et le scolyte du grain de café (*Hypothenemus hampei*). (cf. encadré "café").

Jean Chazeau
Département "Milieux et activité agricole"

Les hommes

Le Pacifique attire les océanographes, mais pas seulement, car les îles, plus fortement encore, attirent les rêves. Ils furent trois à partir dans un bateau : Michel Legand, océanographe, Georges Tercinier, pédologue, Jean Guiart ethnologue. Dans cette "mémoire de la fondation", les "sciences sociales" occupent donc une place de choix. Jean Guiart, élève de Maurice Leenhardt, étudie les cultures mélanésienne de Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles Hébrides et fonde le laboratoire d'ethnologie de l'Institut Français d'Océanie.



Habitat de tribus
sur la côte Est.

En 1964, Jean Guiart et José Garanger, archéologue du CNRS en accueil à l'Orstom, travaillent aux Nouvelles-Hébrides. Guiart a relevé la "mythistoire" de Roy Mata, héros de la tradition orale des îles du centre de l'archipel. Les gens lui ont indiqué le lieu de sa sépulture et la date approximative de sa mort, selon le décompte des générations. C'est dans l'îlot Retoka, petite île à l'ouest de Vaté. Garanger fouille : il découvre la sépulture la plus fantastique de toute l'Océanie : le "roi" Roy Mata est là, entouré d'une quarantaine de corps, orientés vers l'entrée mythique du séjour des morts. Un pas décisif vient d'être franchi dans la connaissance de l'histoire mélanésienne. Après le cycle Guiart-Garanger, Roche-teau, économiste, reprend le flambeau pour une étude du nord de la Nouvelle-Calédonie (1965-1968).

Bernard Vienne et Joël Bonnemaison arrivent en 1968 avec un programme sur les Nouvelles-Hébrides. Ils sont alors "élèves-chercheurs". Arrivés à Port-Vila, ils se jettent dans le premier bateau qui part pour les îles Banks. Bernard Vienne a le coup de foudre pour l'île de Mota Lava et décide d'y rester. Quant à Joël Bonnemaison, il continue le périple sur les îles de Pentecôte et d'Ambae. Plus tard, ce sera Tanna.

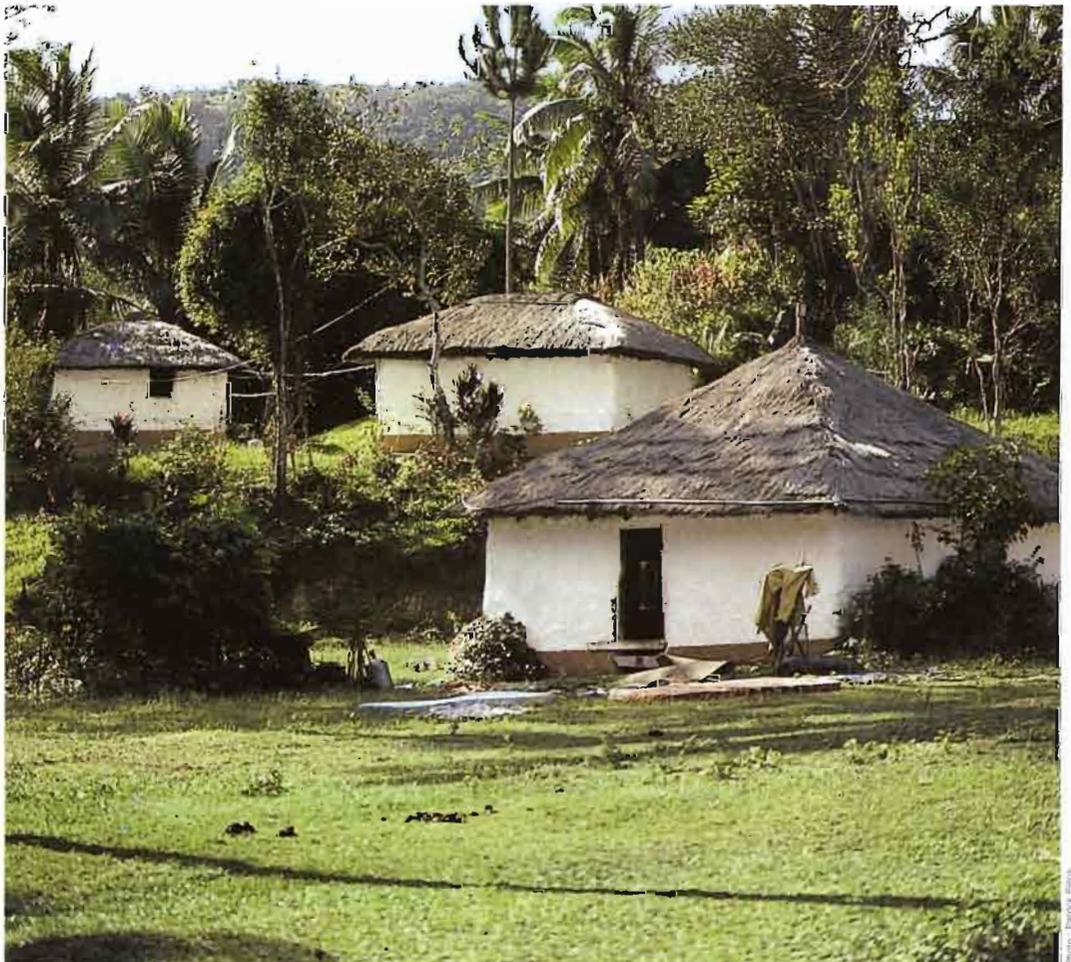




Photo : Dermogise Likiep

***Erythrina variegata*, plante utilisée traditionnellement contre les symptômes de la ciguatera (gratte).**

A cette époque, la recherche aux Nouvelles-Hébrides se réalise à partir du centre Orstom de Nouméa. Il y règne un esprit de collaboration interdisciplinaire exemplaire.

La grande affaire du centre Orstom, ce sera l'Atlas de la Nouvelle-Calédonie. Les géographes en constituent le noyau dur - 53 planches, 5 ans de travail. C'est une synthèse scientifique magistrale à laquelle vont collaborer toutes les autres disciplines. Les sciences sociales en sont maître d'œuvre.

Un âge d'or

Les programmes de sciences sociales reçoivent une nouvelle impulsion. Les équipes s'enrichissent d'archéologues et de sociologues tels D. Frimigacci et J.M. Kolher. Un inventaire foncier et territorial des tribus mélanésiennes de la Nouvelle-Calédonie est réalisé. Cet inventaire, qui reconstitue l'état antérieur des terres, permettra une première redistribution des sols aux propriétaires coutumiers dans le cadre du "plan Dijoud".

Aux Nouvelles-Hébrides qui deviennent indépendantes en 1980 et s'appellent

alors Vanuatu, une mission indépendante est créée, avec des programmes qui s'orientent sur l'environnement, l'ethno-médecine et les problèmes fonciers. Parallèlement, des recherches extensives sont menées à Wallis et Futuna à partir du centre Orstom de Nouméa sur la tradition orale et l'histoire du peuplement.

A Nouméa, les programmes de recherches se diversifient dans le cadre de "l'après atlas". Certains s'achèvent ou sont interrompus à la fin des années 80. Une relance a lieu en 1988, sous la responsabilité de Joël Bonnemaïson, avec le programme "Analyses et synthèses régionales" (ASR) dont le but est de réaliser des recherches, en liaison avec les universités (formation de jeunes chercheurs), sur le rééquilibrage du Territoire, dans ses dimensions géographiques, foncières, éducatives et économiques. De jeunes allocataires, en thèse ou en DEA, kanaks et originaires du territoire ou de métropole, participent à ce programme avec des chercheurs confirmés.

Un ouvrage, présentant une synthèse des résultats acquis dans le cadre de ce

programme, est actuellement en cours d'achèvement sous la direction de G. David, D. Guillaud et P. Pillon. D'autres programmes portant sur la mise en place du peuplement, l'histoire sociale de l'environnement et des paysages dans certaines vallées calédoniennes du nord du Territoire ont été lancés.

La recherche en sciences sociales à Nouméa s'inscrit, comme on le voit, dans une tradition déjà ancienne. Elle s'est caractérisée dès le départ par le souci d'être utile et de donner un éclairage scientifique aux problèmes sociaux et culturels qui concernent le développement, en les situant dans leur contexte régional. L'interdisciplinarité, la volonté de réaliser des synthèses, le souci de la formation des jeunes "apprentis chercheurs", l'ouverture à la région Pacifique, notamment à l'égard des instituts de recherches ou des universités, françaises et étrangères, y travaillant, ont constamment représenté une priorité dans la mise en oeuvre de ces programmes.

Joël Bonnemaïson

Département "Sociétés, urbanisation, développement"

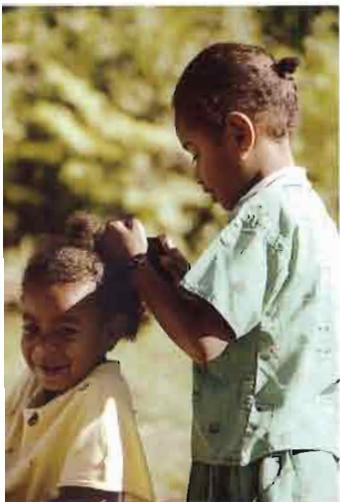


Photo : Francis Pihon

Enfants kanaks à leur toilette.

LES SUBSTANCES NATURELLES

Les recherches de l'Orstom sur les substances naturelles en Nouvelle-Calédonie ont commencé en 1964 par l'étude des plantes réputées médicinales.

Un programme de prospections pharmacochimiques puis d'enquêtes ethnopharmacologiques a été mené sur la Grande Terre et les Iles, ainsi qu'au Vanuatu.

Ces études ont aussi montré l'intérêt de la méthode ethnopharmacologique, qui tient largement compte des connaissances traditionnelles.

En 1976, le domaine des plantes terrestres a été complété par des recherches dans le domaine marin, en particulier celui des invertébrés et des algues. Au long des dix-huit années de recherche sur les substances naturelles isolées d'invertébrés marins, la méthodologie s'est étoffée. Les organismes du lagon ont été récoltés par plongée autonome puis les organismes profonds ont été dragués sur la pente récifale et sur les monts sous-marins. Les tests biologiques simples de toxicité vis à vis de petits crustacés, de bactéries ou de champignons ont été complétés par des tests sur des cellules cancéreuses ou sur virus. Le réseau de partenaires chimistes ou pharmacologistes, universitaires, publics ou privés, français ou étrangers s'est largement développé. Deux brevets pour des molécules anti-

cancéreuses et de nombreuses publications sont à mettre à l'actif de ces études. A l'heure actuelle, plusieurs équipes travaillent encore sur des organismes marins néo-calédoniens.

En 1994, les travaux se sont réorientés vers les micro-organismes. Outre le fait que ce domaine était novateur, cette nouvelle approche biotechnologique permettait d'envisager la production du principe actif par culture et fermentation de la bactérie, champignon ou micro-algue et non par récolte de l'invertébré ou par synthèse chimique. Par ailleurs, l'expérience acquise dans les programmes de pharmacochimie marine en Nouvelle-Calédonie est mise actuellement à profit dans le cadre d'un programme européen (1995-1998) sur la recherche de nouveaux produits naturels marins bioactifs dans les domaines antitumoral, antiviral et immunomodulateur, avec pour zone de prospection le Vanuatu.

La recherche sur les plantes médicinales a redémarré en 1990 avec l'étude de plantes locales traditionnellement utilisées dans le traitement de la ciguatera, une intoxication liée à la consommation de poissons toxiques. Elle s'est poursuivie par l'étude de plantes à activité dermo-cosmétique, effectuée en collaboration avec la Société Dior.

On étudie actuellement les remèdes traditionnels des fièvres et les Actinomycètes des sols miniers, à la recherche de composés toxiques d'intérêt thérapeutique (antibiotiques, antiparasitaires).

Cécile Debitus, Dominique Laurent et Pierre Cabalion
Département "Santé"

Argusia argentea (faux tabac), plante utilisée traditionnellement contre les symptômes de la ciguatera (gratte).



Photo : Christophe Baudouin



Photo : Anne-Marie Semah

L'archéologie et l'ethnologie cherchent à reconstituer le mode de vie des premiers habitants de l'île et de leurs descendants.



Photo : Anne-Marie Semah

Pollen de Nouvelle-Calédonie. L'étude du contenu pollinique de sédiments, même anciens, va permettre de reconstituer la végétation du passé et son évolution.

Hommes et vallées de Nouvelle-Calédonie

Les résultats des fouilles classiques réalisées dans le site NKM 004 (vallée de la Koumac) en 1993 ont confirmé l'existence d'un niveau anthropique ancien renfermant de la céramique, des charbons de bois (foyers), des coquilles de mollusques montrant des traces de consommation, et en particulier du matériel lithique dont les procédés de taille ont été reconstitués. Ce niveau a été daté par la méthode du C14 de 2860 ± 90 ans BP et 2690 ± 90 ans. En calibration calendaire, ces âges donnent une fourchette totale allant de 1250 à 530 BC. Ces résultats montrent, pour la première fois, que le peuplement initial des vallées de la Nouvelle-Calédonie a dû, de façon naturelle, débuter dès l'arrivée de l'Homme sur la Grande Terre. L'occupation de la vallée de la Koumac recoupe en effet au moins les trois derniers millénaires, c'est-à-dire une durée similaire à celle, estimée, du peuplement de l'île et des archipels voisins, qui n'était connue à ce jour qu'en contexte littoral (sites à poterie Lapita). Sur ce programme archéologique vient se greffer une étude dynamique des peuplements, des activités et des paysages de la région. Au départ, les anciens hameaux, repérables par des vestiges de surface (terres anthropiques, restes de coquillages, outils lithiques, tes-

sons de céramique...), s'articulent autour des massifs karstiques, offrant refuges et sources, et des terres arables aménagées en complexes de tarodières et de billons d'ignames. Les évolutions et les ruptures du système de production, concomitantes à l'histoire du peuplement et aux bouleversements importants que ce dernier a connus, ont abouti à un système agricole très extensif, aux résultats médiocres, qui coexiste avec une exploitation minière qui fut longtemps fluctuante. L'étude parallèle des paysages végétaux de la région, jusqu'à présent mal connus, confirme que la végétation est un marqueur assez fidèle des occupations et des utilisations successives et apporte de nouveaux éclairages sur l'évolution de l'environnement dans la vallée, depuis la forêt sclérophylle jusqu'aux paysages végétaux totalement "importés". Toute l'analyse se veut exemplaire de l'ampleur et du rythme des changements écologiques, économiques et sociaux intervenus dans le nord calédonien depuis la période pré européenne.

Hubert Forestier (MNHN), Dominique Guillaud et Anne-Marie Semah (Orstom)
Département "Sociétés, urbanisation, développement"
François Semah (CNRS)

Fifty years' research in New Caledonia

Orstom began work in New Caledonia in 1946. Since then, the Nouméa centre has been a hive of multidisciplinary activity. Much of its work is in collaboration with other institutions, French or foreign, or is part of such international programs as TOGA. With today's high technology (computers, submersibles, biotechnology, satellites), research can be done that the post-war pioneers never dreamed of. In fifty years, over 300 researchers have produced books, maps, a plant collection, discoveries in many fields : the results, both in pure science and, very often, in knowledge directly useful for development and the environment, have been remarkable. Below we offer a sample.

The ocean

From New Caledonia's coastal lagoons and coral reefs to the deep ocean trench along the New Hebrides island arc, Orstom scientists have spent fifty years studying this part of the Pacific from almost every angle.

But there are a certain number of key themes running through this work :

- the global climate and its evolution, past and present (past sea levels as recorded in coral reef formation ; El Niño/Southern Oscillation ; ocean circulation ; the couple ocean-atmosphere system and the oceanic carbon cycle);
- economic resources of the 200 km exclusive economic zone, with special emphasis on tuna, including stocks, behaviour, distribution and fishing methods (the S-W Pacific supplies over half the world's catch);
- ecosystems and environment, from the lagoon to the bathyal zone 2000 m down (a special focus on the coral reef ecosystem - New Caledonia has 1,500 km of barrier reef - and environmental factors affecting fish resources);
- plate tectonics, seismic activity, vulcanology (basic mechanisms, local conditions, risk assessment and early warning).

This all involves a multitude of measurements and observations which, together, constitute a most impressive body of knowledge of the ocean. Coastal and deep sea species of all kinds have been inventoried right down to 2000m depth, with some spectacular discoveries, many new species and a good many "living fossils" formerly thought to have died out long ago. Regular or continuous measurements are taken of sea temperatures, currents, salinity, nutrient salts, dissolved gases, conductivity, precipitation, wind, humidity, atmospheric pressure etc. And the ocean floor has been mapped in ever-increasing detail over a vast area, producing a mass of new information of great importance for our understanding of plate tectonics, seismology and vulcanology, both local and global.

The land and its people

Since the first 1:100,000 geological map of New

Caledonia that laid the basis for mine development, the gravimetric maps that began their work on seismology, Orstom's earth scientists have mapped New Caledonia's soils (11 of the world's 12 soil types are present!) and studied their agricultural potential; mapped the rainfall and studied the hydrologic regime and water resources; and studied the region's biggest source of natural disasters, its cyclones. After studying the erosion and sedimentation of peridotites they were able to alert mining firms to the ecological dangers of sedimentation in the lagoon.

Meanwhile other teams have run surveys of the islands' flora (75% endemic!), examined how to re-establish vegetation on disused mining land; studied symbiosis between the nitrogen-fixing bacterium *Frankia* and trees and shrubs of the *Casuarinaceae* group, investigated plant pests and diseases, focused on the important coffee bush and its genetics, diversity and diseases. They have also studied the electric ant, *Wasmania auropunctata*, a recent arrival to New Caledonia's and a serious threat to local ecosystems.

In their search for natural substances of economic value, researchers have looked at local herbal remedies, marine algae and invertebrates and the Actinomycetes found in nining soils. They have even worked with Dior to find plants with dermo-cosmetic properties.

Nor have they neglected New Caledonia's people, starting with the Melanesian mythical hero Roy Mata - while an anthropologist was recording folk tales of his exploits, archaeologists discovered his extraordinary tomb, containing his body surrounded by some forty others. They have excavated settlements of the islands' first occupants - who used stone tools, grew taro and yam and made pottery. Researchers have traced the history of settlement and the social, economic and ecological history of the island. For today's Melanesians, they have carried out a land tenure survey of New Caledonia's tribes, as a basis for redistributing land to its traditional tenants.



Ont collaboré également à ce dossier :

Bernard Pelletier
Bertrand Richer de Forges
Claude Reichenfeld
Daniel Berl
Didier Lille
François Jarrige
Gilbert David
Jacqueline Thomas
Jacques Merle
Jacques Rivaton
Jean Blanchot
Jean-Christophe Pintaud
Jean-Marie Veillon
Joël Danloux
Joël Picaut
Michel Kulbicki
Patrick Pillon
Pierre Rual
Robert Le Borgne
Stéphane Calmant
Willy Bour

Récy Jacques, Daniel Jacques, Grandperrin René, Hénin Christian, Labrosse Pierre, Bonzon Bernard, Becquer Thierry, Moniod Frédéric, Jaffré Tanguy, Rinaudo Gérard, Kohler Franz, Nandris Daniel, Pellegrin Frédéric, Brun Luc-Olivier, Le Pierres Daniel, Chazeau Jean, Jourdan Hervé, Bonnemaïson Joël, Debitus Cécile, Laurent Dominique, Cabalion Pierre, Forestier H., Guillaud Dominique, Sémah Anne-Marie, Sémah F.

Un demi-siècle de recherches en Nouvelle-Calédonie

ORSTOM Actualités, 1996, (51), p. 9-28. ISSN 0758-833X