

LA RECHERCHE OCEANOGRAPHIQUE EN BELGIQUE FRANCOPHONE

Ouvrage édité
sous la direction scientifique de
Jean Godeaux et Jacques Voss
(Université de Liège)



Crédit Communal

Préface

En décidant d'apporter sa collaboration à l'exposition et au volume qui présentent la recherche océanographique en Belgique francophone, le Crédit Communal a élargi la dimension de son mécénat culturel.

Jusqu'ici, celui-ci s'était exercé au bénéfice d'activités somme toute classiques, comme les arts plastiques, l'histoire ou la musique. Avec l'océanographie, nous entrons de plain-pied dans le domaine des sciences contemporaines, celles qui font constamment appel aux technologies d'avant-garde.

Il ne faut pas se tromper en effet : si l'océanographie peut se prévaloir d'une tradition déjà longue, qui remonte aux précurseurs tels Léonard de Vinci ou Isaac Newton, l'essor qu'elle connaît actuellement est sans commune mesure avec ce qui a précédé. Il est vrai que les enjeux de la recherche océanographique sont considérables. Les océans et les fonds marins recèlent notamment nourriture et matières premières ; leur exploitation systématique permettra de résoudre des problèmes qui se posent aujourd'hui avec une acuité particulière, voire dramatique. D'autre part, la construction et l'agencement des ports de mer sont inconcevables sans une connaissance approfondie du régime des marées, de la configuration des côtes ou des migrations littorales des sables. L'océanographie est une science multiple et les auteurs de ce livre ont eu le souci de rendre compte de cette diversité.

Le Crédit Communal est heureux d'avoir pu s'associer à cette manifestation qui convie le public à la découverte d'une discipline en constante évolution. Ce livre témoigne également qu'avec son potentiel de chercheurs et de laboratoires qui travaillent de concert, la région francophone de notre pays est bien armée pour s'introduire dans un segment scientifique d'avenir et relever victorieusement quelques-uns des défis auxquels elle est confrontée.

*François NARMON,
Président du Comité de Direction
du Crédit Communal de Belgique.*

I.R.M.A.

L'objet d'I.R.M.A. est la recherche sur le milieu marin, y compris les interactions air-mer.

Sa mission consiste essentiellement à :

- coordonner les activités de recherche des laboratoires concernés, en ce compris l'établissement des programmes de recherches ;
- effectuer la diffusion des travaux réalisés et assurer les contacts avec les milieux de la recherche océanographique, tant au plan national qu'au plan international ;
- gérer un centre de documentation important, dont les bases proviennent notamment des programmes de recherches antérieures.

F.E.R.N.

Depuis l'inauguration de l'Aquarium en 1962 et la rénovation des collections du Musée de Zoologie, les biologistes de l'Institut de Zoologie, chargés de la gestion de ces deux outils didactiques et de recherches, ont multiplié et développé de fructueux contacts avec les sociétés de naturalistes - ornithologues, aquariophiles, pêcheurs, protecteurs de la nature.

Forts de cette collaboration si bénéfique, amateurs et professionnels, émus en 1983 par les menaces qui pesaient sur le statut, le financement et donc la survie de l'Aquarium et du Musée de Zoologie universitaires, lieu effectif, affectif et symbole de leur action commune, ont décidé de se constituer en une a.s.b.l. de soutien «les Amis du Musée de Zoologie et de l'Aquarium», intitulée FAUNE-EDUCATION-RESSOURCES NATURELLES, se donnant ainsi des structures légales et un contenu officiel.

L'une des missions que s'est assignée l'a.s.b.l. est de vulgariser les recherches entreprises à l'Université. C'est dans ce cadre qu'elle a participé au présent ouvrage.

L'Océanographie, Pourquoi et comment ?

L'océanographie * est la science de la mer.

L'océan mondial constitue une masse liquide énorme qui couvre quelque septante pour cent de la surface du globe. Sa profondeur moyenne est de quatre mille mètres (altitude moyenne des terres émergées : sept cents mètres). On le nomme parfois le sixième continent, tant son importance pour l'homme s'est révélée considérable.

Les eaux marines constituent un milieu continu, s'opposant à la discontinuité des continents qu'elles séparent les uns des autres. Ce milieu n'est pas stable et est soumis à diverses contraintes comme la rotation de la terre, l'influence des astres, les vents, l'insolation, l'évaporation. Il est parcouru par des courants superficiels et des courants profonds d'intensités diverses, ainsi que par des courants verticaux. L'influence bienfaisante du courant appelé Gulf Stream (quatre cents kilomètres de large, trois cents mètres d'épaisseur) sur le climat d'Europe occidentale est bien connue ; sans sa présence, la température atteindrait -40°C en hiver ! Les « upwellings », remontées d'eaux profondes et froides, riches en sels nutritifs (nitrates et phosphates), permettent la pulvérisation des algues planctoniques et partant de leurs consommateurs (sardines des côtes sud-occidentales de l'Afrique : courant du Benguela, et anchois du Pérou : courant de Humboldt) qui aboutissent sur notre table. Plus les algues seront abondantes, plus l'espoir de réaliser une bonne pêche sera grande. Ces remontées d'eaux froides sont décelables sur des photographies à l'infrarouge prises par les satellites.

L'océan est un énorme réservoir d'énergie, parfois domestiquée (usine marémotrice de la Rance), souvent dévastatrice (trombe, cyclone) en relation avec des vents violents (Sud-Est des Etats-Unis, Japon). Sous l'impact des vagues, les rivages s'érodent et reculent, ce qui entraîne des travaux de défense et de récupération des terres arables. Rappelons que, dès avant la guerre, Georges Claude avait étudié l'énergie thermique des mers, tirant parti des différences de température ($\pm 20^{\circ}\text{C}$) entre la surface et les grandes profondeurs. L'océan est cependant la voie de communication par excellence. Les puissances qui ont dominé le monde moderne, ont été avant tout des puissances maritimes. Des guerres (ou des annexions) n'ont eu d'autre but qu'assurer l'accès à la mer d'un pays (ou de le lui interdire). Moins de vingt pays n'ont d'ailleurs aucune fenêtre sur l'océan. Le transport par voie de mer des marchandises est le plus économique, surtout que les progrès techniques ont permis d'accroître le tonnage des navires (pétroliers de cinq cent mille tonnes). Les retombées économiques des activités de constructions navales et de ports, d'aménagement des chenaux d'accès et des jetées d'apponement sont particulièrement importantes.

L'océan nourrit l'homme depuis longtemps. Les peuples riverains ont pratiqué de tout temps une économie de cueillette, glanant les mollusques sur les plages et les grèves, comme en témoignent les déchets subfossiles de cuisine (les Kjøkkenmødding).

* Dans cet ouvrage, nous utilisons indifféremment les termes océanographie et océanologie. Océanographie est le terme ancien consacré ; océanologie est un néologisme récent qui, au sens strict, désigne la science des techniques mises en œuvre pour étudier le milieu marin.

La vie est née dans l'océan, il y a sans doute trois milliards d'années, mais moins de cinq cents millions d'années se sont écoulées depuis que les êtres vivants, végétaux, puis animaux, se sont hasardés dans les eaux douces, puis sur la terre ferme.

Enfin, depuis le début de ce siècle, les bords de mer ont pris de plus en plus d'importance en tant que lieux de vacances ou de récréation, entraînant l'expansion des structures d'accueil et l'apparition de problèmes liés à la pollution et à la dégradation de l'environnement.

L'océan est aussi un endroit commode pour se débarrasser des immondices et des déchets encombrants, tant urbains qu'industriels, dont les effets sur le milieu n'ont pas toujours été estimés correctement.

L'océan unit les hommes, détruit leurs œuvres, est une source de nourriture, sert de poubelle et de lieu de récréation, procure les matériaux variés qu'exige de plus en plus notre civilisation de consommation. Mais si l'océan renferme des ressources potentielles considérables, l'exploitation de ces richesses, leur gestion raisonnée, la protection de l'environnement, l'évolution continue du milieu doivent être appréhendées de manière globale. Ce sera le rôle des océanographes.

En effet, l'océanographie a pour objet l'étude de la vie dans les océans, l'étude du milieu physique et chimique que ces océans constituent, l'examen des relations entre les êtres vivants et le milieu qui les entoure, la définition des interactions multiples et complexes qui existent entre le milieu liquide et l'atmosphère ou la terre, rivage ou fond.

Cette définition illustre le caractère pluridisciplinaire et interdisciplinaire de cette science, qui, depuis deux ou trois décennies, a pris un grand développement grâce à la sollicitude des gouvernements et aux apports de la technologie moderne. Les océanographes seront des biologistes, des chimistes, des ingénieurs ou des physiciens, travaillant en équipes multidisciplinaires, auxquelles se joindront des géologues ou des médecins et auxquelles collaboreront même des astronautes. Ce sont ces équipes qui interviendront dans la solution des problèmes exposés ci-après.

L'océan est habité sur toute sa hauteur, des rivages aux fosses les plus profondes. Il renferme septante-cinq pour cent des espèces vivantes, mais fournit moins de vingt pour cent de la nourriture consommée par l'humanité. La modicité de cette participation étonne à juste titre. En réalité, l'océan est peuplé de façon très inégale et les animaux vivant au-delà de mille mètres de profondeur ne présentent (et ne présenteront sans doute jamais) aucun intérêt alimentaire (populations clairsemées, à croissance lente, à reproduction tardive). La grande majorité (nonante-six pour cent) des espèces comestibles (poissons, crustacés, mollusques) sont pêchées dans les eaux littorales sur les plateaux et talus continentaux (domaine néritique), qui s'étendent des rivages à mille mètres de profondeur et qui répondent à treize pour cent seulement de la surface des mers. Les espèces capturées se répartissent entre soixante-quatre pour cent d'espèces pélagiques côtières (anchois, harengs, sardines, maquereaux, ...) et trente-deux pour cent d'espèces de fond (morues, soles, plies,

mollusques). La part des espèces océaniques (cétacés, thons, espadons, krill, ..., calmars) se limite aux quatre pour cent restants. La plus grande partie des océans est une sorte de Sahara liquide peu productif. Toutefois, cette situation n'avait rien d'évident et avec la prise de conscience, il y a trois décennies, des problèmes posés par l'explosion démographique (trois milliards d'hommes en 1960, sans doute plus de six milliards en l'an 2000 et treize milliards en 2040), l'idée s'est peu à peu ancrée dans les esprits que la mer pourrait couvrir des besoins sans cesse croissants en protéines comme le prouve un exposé du Président John Kennedy devant le Congrès des Etats-Unis en 1961 :

«Les mers offrent de vastes ressources nutritives. Elles sont déjà l'une des sources principales de protéines. Elles peuvent fournir bien des fois l'approvisionnement actuel en nourriture si nous pouvons apprendre comment utiliser et exploiter ce garde-manger qui se renouvelle lui-même. Afin de subvenir aux énormes besoins d'une population croissante, les richesses des mers doivent être rendues plus accessibles. Dans vingt ans, notre propre nation aura besoin d'un million de tonnes de nourriture tirée de la mer en plus de ce que nous récoltons actuellement.»

En effet, cent grammes de poisson frais renferment dix-huit grammes de protéines et une nourriture équilibrée exige au moins quarante grammes de protéines par jour. Or, on estime que cinquante pour cent de la population mondiale ne disposent pas de cette quantité et que cent à cent vingt millions de tonnes de poisson suffiraient à couvrir les besoins. Le message de John Kennedy a été entendu et les états maritimes ont progressivement débloqué des fonds importants dont ont bénéficié la recherche et la prospection de nouveaux lieux de pêche et l'inventaire des ressources marines en général, mais aussi l'ensemble des disciplines océanographiques dont le rôle est apparu très vite primordial, tant les problèmes posés étaient nombreux et variés.

L'océanographie est un tout et une approche non pluridisciplinaire d'une question conduit à une vision tronquée de la réalité.

De nombreux organismes d'études nationaux et internationaux ont vu le jour (C.N.E.X.O. : Centre National pour l'Exploration des Océans dont le sigle résume les buts, en France), des expéditions internationales ont été mises sur pied (exploration de l'océan Indien, avec la collaboration de vingt pays et la participation de quarante navires, exploration du golfe de Guinée, etc.), des campagnes plus limitées ont été organisées (expérience Medalpex : dynamique des interactions air-mer en Méditerranée occidentale, campagne Trophos : structure et fonctionnement de la chaîne alimentaire planctonique en mer Ligure, etc.), des conférences internationales ont débattu des questions les plus variées (biologie et élevage des crevettes, techniques de pêche, etc.). Les moyens d'investigation se sont considérablement renforcés : bathyscaphes habités de tous types, sous-marins multiplaces travaillant aux grandes profondeurs, engins télécommandés, soucoupes plongeantes, maisons sous la mer, bouées laboratoires, navires amagnétiques, navires capables de prélever des carottes de sédiments ou de forer des trous par plusieurs milliers de mètres de fond, plates-formes de toutes tailles à ancrage dynamique, scaphandres pour plongées à grande profondeur, scaphandres autonomes et équipements de communication et d'enregistrement, robots et outils de prélèvement, caméras sous-marines, appareils électroniques variés mesurant, par exemple, la teneur en sels totaux, en nitrates, en phosphates, en chlorophylle, en oxygène de l'eau de mer, etc.

Grâce à l'exploration systématique et souvent intéressée des océans, notamment des zones tropicale et australe, le tonnage pêché est passé de quarante millions de tonnes en 1960 à plus de soixante millions en 1970, soit une croissance annuelle de quel-

que cinq pour cent ! En 1968, cinquante-huit millions de tonnes de poissons ont fourni dix millions de tonnes de protéines aux hommes et à leurs animaux domestiques. L'optimisme prévalait en 1970 chez les spécialistes qui prédisaient des récoltes de cent cinquante millions de tonnes, sinon plus, en l'an 2000.

Qu'en est-il actuellement ?

Les extrapolations de 1970 se sont révélées totalement fausses, car les prises totales oscillent entre septante et quatre-vingts millions de tonnes depuis plus de dix ans.

Que s'est-il passé au cours de la dernière décennie ?

Des espèces de poissons exploitées de façon inconsidérée sont devenues rares (anchois du Pérou, avec des récoltes inférieures à dix pour cent de celle de 1970) ou ont dû être strictement interdites (hareng européen dont la pêche a été totalement interdite pendant trois ans et qui n'est pas encore sauvé). Nombreuses sont les espèces malmenées par cupidité ou inconséquence, alors que l'homme est la première victime de ces excès. Une pêche excessive («overfishing») freine la reproduction par disparition des géniteurs : *biomasse et production, capital et intérêts ont été malheureusement confondus.*

Il incombe aux océanographes de conseiller les autorités responsables en proposant des solutions et remèdes adéquats : limitation de la pêche, modification des engins de capture, établissement de modèles prévisionnels qui, tenant compte de la reproduction, pourront assurer une pêche régulière, rentable pour l'homme et non dommageable pour l'espèce (exemple : modèle prévisionnel pour la plie dû aux chercheurs britanniques). Comment améliorer la productivité des zones pauvres des océans reste un problème majeur. Une solution théoriquement réalisable serait de pomper l'eau des profondeurs, riches en sels nutritifs.

Une possibilité d'augmenter la production marine est l'élevage des poissons et des crustacés. Huîtres et moules sont depuis longtemps l'objet d'une véritable exploitation industrielle. Les Japonais ont réussi l'élevage complet d'une grande crevette, *Peneus japonicus* (scampi). Dans l'élevage de divers poissons marins, des résultats encourageants ont été obtenus en France, en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis et au Japon, en dépit des difficultés variées, rencontrées et surmontées. L'extension de la mariculture (et de la pisciculture en eau douce) dans les pays du tiers-monde y atténuera le drame de la famine.

Si les plateaux et talus continentaux sont les zones de production biologique par excellence, ils sont malheureusement localisés autour des continents de l'hémisphère nord (plateau ouest-européen : un million de kilomètres carrés, soit la surface de la France, de la Grande-Bretagne et de l'Allemagne Fédérale réunies, les bancs de Terre-Neuve, la mer du Japon, ...), c'est-à-dire là où les populations sont les plus denses et les états les plus industrialisés. Ces régions délicates, à équilibre précaire, sont les plus susceptibles d'être polluées par les rejets urbains et industriels ou par des déversements accidentels que certains pétroliers ont rendus tristement célèbres.

D'où le dilemme : protéger les zones de pêche et interdire tout déversement ou tolérer l'inverse. Ces deux positions étant irréalistes, il appartiendra aux océanographes biologistes, chimistes, hydrodynamiciens, d'estimer les quantités de polluants acceptables, de fixer les conditions et de déterminer les zones de déversement pour que l'impact sur le milieu soit minimal, voire nul. Les matières organiques d'origine urbaine renferment des quantités importantes de sels nutritifs ; leur rejet non contrôlé serait responsable d'un déséquilibre dommageable au sein des chaînes alimentaires. Le problème a été particulièrement étudié dans le cas

des immersions à grande profondeur de produits radioactifs incorporés à des masses de béton ou de céramique.

L'eau de mer contient à l'état dissous un grand nombre de matières minérales. Si le chlorure de sodium (sel de cuisine) est abondant (vingt-sept grammes au litre), d'autres corps sont présents à l'état de traces parfois infimes, comme l'or, l'iode, le vanadium, le radium ou l'uranium. Extraire l'or coûterait sans doute plus cher que la valeur du métal récupéré. L'iode a été longtemps obtenu par calcination d'algues de grande taille, les laminaires, qui possèdent la propriété de le concentrer jusqu'à cent mille fois. Ces algues font de même avec certains métaux lourds et radioéléments et peuvent ainsi servir d'indicateurs de pollution. Le calcium est immobilisé sous forme de carbonates par les mollusques (coquilles), les algues calcaires (maërl) et surtout les madrépores (atolls, barrières, récifs frangeants qui protègent les îles contre l'érosion). Ces dépôts servent à la préparation des ciments ou à l'amendement des terres pauvres. La silice, présente dans les résurgences d'eau profonde, conditionne le développement des diatomées (algues à coque siliceuse), base de la nourriture de beaucoup d'invertébrés et de poissons. Ces eaux profondes et donc la silice qui y est dissoute, proviennent souvent de régions lointaines: les eaux des résurgences de Benguela et de Humboldt trouvent peut-être leur origine près du continent antarctique. Toute perturbation dans la région de formation des eaux profondes se fera sentir longtemps après au niveau des zones de haute productivité. Les coques siliceuses des diatomées fossiles constituent des gisements importants (Californie, Kenya, Liban, etc.) et servent de poudres abrasives, d'isolant thermique (calorifuge) et de stabilisateur pour la nitroglycérine (dynamite).

Les sels métalliques peuvent se concentrer sur certains fonds (mille à six mille mètres) en amas plus ou moins volumineux et abondants (jusqu'à cent kilos au mètre carré) appelés nodules. Ils renferment du fer, de l'aluminium, du cobalt, du nickel et principalement du manganèse qui intervient dans l'industrie de l'acier. L'origine de ces dépôts est peut-être biologique. Leur récupération par des robots futuristes est envisagée et sera effective lorsque les gisements terrestres s'épuiseront ou deviendront inaccessibles par suite d'hostilités. De même, la prospection pétrolière en mer a été rendue possible par le renchérissement du pétrole au cours de cette décennie. Le pétrole résulte de la transformation *post mortem* des graisses synthétisées par les algues et les petits animaux marins, il y a des centaines de millions d'années. Le pétrole est présent le long des marges continentales (mer du Nord, Venezuela, golfe du Mexique); il y en a aussi dans l'Arctique et dans l'Antarctique. La reconnaissance des gisements de pétrole impose une étude préalable de la structure géologique et la recherche d'indices paléontologiques, pour déterminer l'épaisseur et la nature des sédiments, le pétrole étant piégé dans des poches coiffées de roches imperméables. Plus de sept cents plates-formes sont en service actuellement et fournissent des quantités croissantes d'or noir. Par deux mille mètres de profondeur, au centre de la mer Rouge, on a repéré des saumures chaudes («hot brines»), à température relativement élevée (≤ 60 °C), très salées (plus de dix fois la valeur normale), très riches en sels métalliques (zinc, cuivre, fer, ...) et susceptibles d'être exploitées industriellement.

En divers endroits du Pacifique existent des sources d'eau bouillante (400 °C) près desquelles prospèrent des animaux de grande taille, observés et recueillis en bathyscaphe (mollusques lamellibranches, vers, etc., se nourrissant de bactéries). Ces eaux sont chargées de sels métalliques qui précipitent et cristallisent aux alentours (sulfures de fer et de cuivre: pyrite, chalcopyrite; sulfates de baryum et de calcium, soufre, talc, etc.).

La mer produit aussi des substances organiques utilisées par l'homme. Les grèves rocheuses sont couvertes d'algues vertes, rouges ou brunes, pluricellulaires, formant des tapis épais s'étendant jusqu'à plusieurs mètres de profondeur. Ces algues sont par exemple des ulves (*Ulva lactuca*) que l'on consomme en salade mais qui, malheureusement, poussent de préférence dans les eaux polluées par les rejets urbains. Parmi les algues brunes (varech, goémon), les fucus et les laminaires fournissent à l'industrie l'acide alginique, utilisé (sous forme de sel) comme stabilisateur de suspension en pharmacie, dans les biscuiteries et les confiseries, dans la préparation des moules dentaires. Les algues rouges fournissent des substances à intérêt médical: le carrageen (tiré de *Gigartina mammosa* et de *Chondrus crispus*) et la gélose ou agar-agar (extrait de *Gelidium corneum*, etc.). La gélose est utilisée en bactériologie, car ses solutions peuvent être stérilisées à chaud et se figent en gel à la température du laboratoire; elle sert de support aux milieux de culture. Elle possède aussi des propriétés laxatives. Le carrageen et ses dérivés sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour la gélification des sorbets et des crèmes.

L'océan est le siège de phénomènes physiques importants. C'est lui qui règle le climat, fait la pluie et le beau temps. Le couple qu'il forme avec l'atmosphère se comporte comme une formidable machine thermique alimentée par le soleil. La couche superficielle des eaux marines capte la majeure partie du rayonnement solaire et la capacité de stockage des premiers mètres équivaut à celle de toute l'atmosphère. C'est l'échauffement ou le refroidissement relatif de l'océan Indien et du continent indien qui est responsable des moussons. En été, les terres s'échauffent plus que les eaux, ce qui entraîne la mousson du sud-ouest, transportant la pluie vers l'Inde. En hiver, la mousson sèche souffle du nord-est. Pour peu qu'un des échanges, dont le couple océan-atmosphère est le siège, subisse une perturbation, toute la machine climatique s'enraye. L'exemple le plus récent de ces dérèglements est la dernière manifestation, en 1982-1983 de El Niño qui s'est accompagnée d'inondations catastrophiques en Amérique et de sécheresses dramatiques en Australie et dans le Sud-Est de l'Afrique. Ce courant chaud, responsable d'une élévation de plusieurs degrés de la température des eaux du Pacifique sud-oriental, a empêché la résurgence du courant du Humboldt et de ses sels nutritifs. De ce fait, la pullulation des diatomées a été freinée avec, comme conséquence, la réduction du stock des anchois du Pérou déjà dévasté par la surexploitation humaine. Outre la perte de nombreuses vies humaines, cet épisode a coûté la bagatelle de neuf milliards de dollars. Les causes d'El Niño sont actuellement analysées avec l'espoir de prévoir à l'avenir son apparition, à défaut de pouvoir la prévenir. A côté des fluctuations à long terme existent des variations à court terme; les bulletins météorologiques présentent quotidiennement la succession des cyclones et des anticyclones qui, venant de l'Atlantique, conditionnent le temps sur nos régions. Les vents violents, associés aux dépressions, provoquent des surélévations du niveau de la mer qui, conjuguées à celles des marées, peuvent être lourdes de conséquences: en 1953, une marée-tempête d'une ampleur inusitée a ravagé les rivages de la mer du Nord et causé la mort de mille huit cents personnes aux Pays-Bas. Le Zuyderzee, fermé actuellement par une digue, a été créé par une violente tempête, il y a un peu plus de sept siècles.

Il est fait aussi appel à l'étude des courants, à l'hydrodynamique, pour résoudre des problèmes pratiques. Qu'un promoteur envisage la création d'un port de plaisance, qu'un état projette la construction d'un môle ou la fermeture d'une baie, il est indispensable de procéder à une étude d'impact, d'examiner les possibilités d'envasement et les moyens de l'éviter, d'évaluer, s'il y a lieu, les

conséquences locales d'une modification du profil de la côte, etc. Les exemples présentés dans ces colonnes n'avaient d'autre but que l'illustration de la complexité et de la variété infinie des problèmes que pose la gestion de l'océan mondial. Celle-ci est une œuvre gigantesque qui demandera beaucoup d'efforts et coûtera beaucoup d'argent. Chaque jour, l'océan interpelle le scientifique, l'ingénieur, le responsable. De la réponse qu'ils apportent dépend notre survie à tous.

En matière d'océanographie, la Belgique occupe une position non négligeable. De nombreux laboratoires francophones, situés en Wallonie et à Bruxelles, souvent en collaboration avec leurs homologues de la région néerlandophone ou avec des collègues étrangers, ont entrepris avec succès des études océanographiques très diversifiées. Leur participation à des programmes internationaux a été souvent sollicitée comme en témoigne la présentation de nos unités de recherche.

LISTE DES LABORATOIRES «Océanographiques» EN WALLONIE ET A BRUXELLES

STATIONS

Station océanographique de STARESO (Corse)	13
Prof. A. Distèche, D ^r D. Bay (U.Lg.)	
Station biologique Léopold III - Papouasie Nouvelle-Guinée	15
Prof. J. Bouillon (U.L.B.)	

Océanographie Biologique

Groupe de Microbiologie des milieux aquatiques	16
D ^r G. Billen (U.L.B.)	
Laboratoire de Biologie végétale marine	17
D ^r D. Van Der Ben (I.R.Sc.N.B.)	
Laboratoire de Microbiologie	17
D ^r Z. Moureau (I.R.Sc.N.B.)	
Service de Botanique systématique et de Phytogéographie	18
Prof. J. Lambinon (U.Lg.)	
Laboratoire de Paléobotanique et de Paléopalynologie	19
Prof. M. Streef (U.Lg.)	
Laboratoire de Biologie marine	20
Prof. J. Godeaux, D ^r J.-H. Hecq (U.Lg.)	
Laboratoire de Biologie animale et cellulaire	21
Prof. G. Van De Vyver (U.L.B.)	
Unité de Chimie biologique	21
D ^{rs} J.-C. Braekman et D. Daloze (U.L.B.)	
Laboratoire de Morphologie, Systématique et Ecologie animales	22
Prof. Ch. Jeuniaux (U.Lg.)	
Section des Invertébrés récents	23
D ^r J. Van Goethem (I.R.Sc. N.B.)	
Groupe de Biologie marine	24
D ^r M. Jangoux (U.L.B.)	
Laboratoire d'Ethologie marine - Aquarium de Liège	25
D ^r J. Voss (U.Lg.)	
Laboratoire de Physiologie animale	26
Prof. F. Baguet (U.C.L.)	
Laboratoire de Morphologie fonctionnelle	27
Prof. M. Chardon (U.Lg.)	
Laboratoire de Biochimie musculaire	28
Prof. G. Hamoir, D ^r B. Focant (U.Lg.)	

Océanographie Chimique

Laboratoire d'Océanologie	29
Prof. A. Distèche (U.Lg.)	
Laboratoire de Chimie analytique et Radiochimie	30
Prof. J. Fuger (U.Lg.)	
Institut de Recherches chimiques	31
D ^r J.R. Ista (I.R.C.)	
Laboratoire d'Océanographie	31
Prof. R. Wollast (U.L.B.)	
Laboratoire de Géochimie	32
Prof. J. Jedwab (U.L.B.)	

OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

Laboratoire de Physique biologique-Biomécanique	33
D' B.F. Stan-Mosora (U.Lg.)	
Mécanique des Fluides géophysiques - Environnement	34
Prof. J. Nihoul (U.Lg.)	
BELFOTOP-EUROSENSE	35
Ir. E. Maes	
Institut d'Astronomie et de Géophysique Georges Lemaître	36
Prof. A. Berger - D' G. Schayes (U.C.L.)	
Laboratoire d'Hydrodynamique, d'Hydraulique appliquée	37
et des Constructions hydrauliques	
Prof. N.M. Dehousse, A. Lejeune, V. De Kosinski (U.Lg.)	

OCEANOGRAPHIE GEOLOGIQUE

Laboratoire de Biosédimentologie	39
D' C. Monty (U.Lg.)	
Laboratoire de Géologie des Argiles	40
Prof. J. Thorez (U.Lg.)	
Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire	41
Prof. A. Pissart (U.Lg.)	



**INSTITUT ROYAL DES SCIENCES
NATURELLES DE BELGIQUE**



Université Libre de Bruxelles

MINISTERE DE L'AGRICULTURE



**INSTITUT
DE
RECHERCHES CHIMIQUES**

I.R.C.



Université Catholique de Louvain



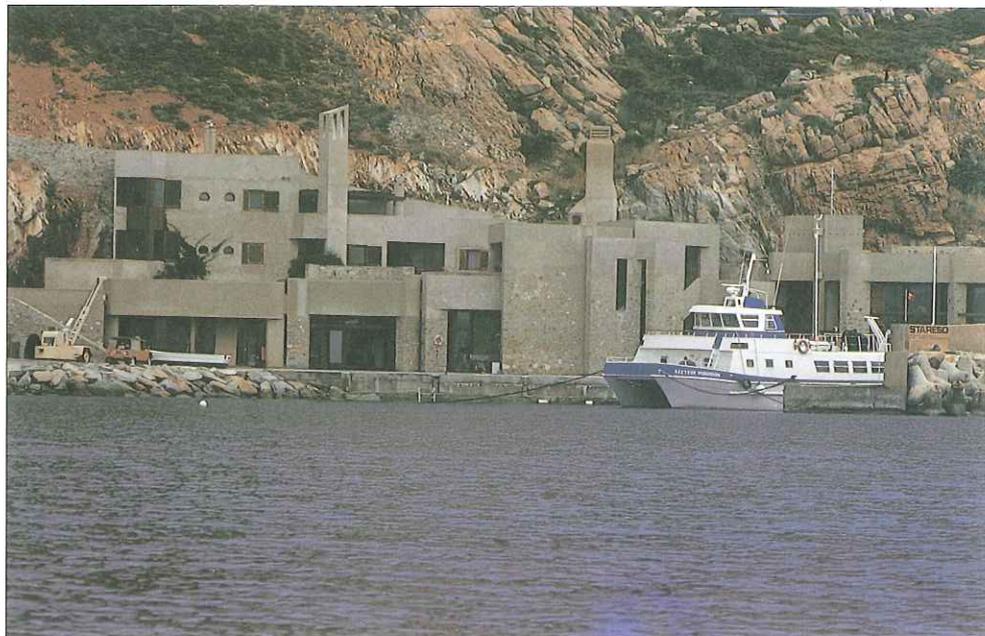
UNIVERSITÉ DE LIÈGE



STATION OcéANOGRAPHIQUE DE STARESO

Prof. A. DISTECHE, D' D. BAY
B.P. 33 - F-20260 Calvi (Corse)
Tél. 95/65.06.18

1. La station STARESO et son catamaran « Recteur Dubuisson », navire de recherches



La création de la Station a été proposée dès 1964 par feu le Recteur Dubuisson afin de contribuer au développement de l'océanographie à l'Université de Liège et en Belgique, dans un *contexte international* et dans une optique *interdisciplinaire*. Depuis 1971, elle est ouverte aux chercheurs de toutes les institutions belges et étrangères.

La Station accueille des chercheurs à raison de trois à quatre mille nuitées par an, ce qui correspond à environ trente missions scientifiques pendant lesquelles près de mille plongées en scaphandre autonome sont exécutées. Des conventions particulières ont été établies avec I.F.R.E.M.E.R. (C..N.E.X.O.) et les universités

de Nice et de Corte. Des équipes françaises, hollandaises, allemandes, anglaises, danoises côtoient les chercheurs belges.

La Station est dotée d'un catamaran de soixante-sept tonnes conçu pour la recherche côtière.

Les avantages du site sont les suivants :

- région non polluée, eaux très claires, faible densité de navigation ;
- marées faibles (30 cm) ;
- accès rapide aux eaux profondes (– 2.500 m) ;
- milieu propice à la plongée en scaphandre autonome ;

2. STARESO s'intègre parfaitement dans le paysage



- mer chaude, stratifiée; bassin d'évaporation;
- mer peu productrice sauf localement, mais faune et flore très diversifiées;
- insularité;
- localisation privilégiée (limites d'écoulement des eaux atlantiques) pour l'étude des fronts océaniques, sièges d'une haute productivité biologique, et de la formation des cyclones;
- possibilité d'études terrestres en milieu insulaire (botanique, géologie, géographie, écologie).

Les objectifs des principales recherches en cours peuvent se résumer comme suit, en ne citant que les noms des promoteurs de projets:

- *Etude interdisciplinaire de la dynamique d'un écosystème marin côtier* (Fonds de la Recherche Fondamentale Collective - Professeurs A. Distèche, J. Godeaux, Ch. Jeuniaux, J. Lambinon, J. Nihoul, F. Stan-Mosora, R. Wollast).
- *Etude hydrodynamique et écologique des cycles géochimiques du gaz carbonique dans les eaux côtières* (C.E.E. Environnement - Prof. A. Distèche).
- *Dynamique des climats* (Prof. J. Nihoul).
- *Etude hydrodynamique et écologique des fronts océaniques* (Action de Recherches concertées en Océanologie - Professeurs J. Nihoul, J. Godeaux et A. Distèche).
- *Modélisation géohydrodynamique de l'Adriatique* (Fonds de la Recherche Fondamentale et Collective - Professeurs J. Godeaux, C. Heip, E. Schockaert, Ph. Polk et D^r J.-H. Hecq).
- *Ethologie marine* (D^r J. Voss).
- *Biodégradation et biosynthèse des structures squelettiques calcifiées d'origine animale* (Fonds de la Recherche Fondamentale et Collective - Professeurs Ch. Jeuniaux et A. Distèche, Docteurs G. Goffinet et M. Jangoux).
- *Systématique de la flore terrestre* (Prof. J. Lambinon).



STATION BIOLOGIQUE LEOPOLD III

Prof. J. BOUILLON
P.O. Box 32, Bogia, Province of Madang
Papua (New Guinea)

Vue aérienne de l'île de Laing où est installée la Station Léopold III



La Station Biologique Léopold III est un laboratoire de terrain dépendant du Laboratoire de Zoologie de l'Université libre de Bruxelles; il a été établi en 1975 et est pourvu d'équipements de recherche simples mais suffisants. La Station est située sur l'île de Laing (approximativement 4° 10' S. et 144° 50' E.), au milieu de la baie de Hansa sur la côte nord de la Papouasie Nouvelle-Guinée (partie ouest de la mer de Bismarck).

Il s'agit d'une île corallienne basse, allongée, ayant environ neuf cents mètres de long et cinquante à cent mètres de large, approximativement orientée nord-sud. L'île est densément couverte de végétation et présente des petites mangroves à ses deux extrémités. Les marées y sont de faible amplitude (maximum un mètre vingt), la salinité de l'eau est peu variable (trente-quatre grammes par litre) et sa température varie de vingt-six à vingt-huit degrés centigrades. Durant la saison sèche, de mai à octobre, il y a un fort vent du sud-est (maximum force 7); pendant la saison des pluies, de décembre à avril, les vents sont irréguliers, généralement du nord-ouest.

Grâce aux apports nutritifs des fleuves avoisinants (Sakulu, Ramu, Sepik) et des remontées d'eau marine profonde, les eaux baignant l'île de Laing contiennent une quantité d'organismes planctoniques extraordinairement abondants pour une région équatoriale.

Un large spectre de milieux marins est accessible au départ de la Station. L'île de Laing elle-même est entourée de récifs de coraux particulièrement variés; les récifs immergés de Durangit, Wanginem et Besampa sont à quelques minutes de distance en hors-bord. L'île de Manam (Vulcaïn), un large volcan actif, est située à quinze kilomètres E.-N.-E. de Laing et est entourée de récifs escarpés très différents des précédents; des conditions

identiques sont trouvées à Boesa (Aris), à environ trois kilomètres au nord-ouest de Manam.

Les recherches effectuées à la Station Léopold III sont axées sur les thèmes suivants:

1. Inventaire faunistique général des récifs de l'île de Laing et des récifs avoisinants.
2. Etudes écologiques et systématiques des scléactiniaires des récifs de Laing.
3. Etudes écologiques et chimiques de certains invertébrés marins.
4. Etude de l'embryologie, des cycles et de la systématique des hydroïdes - hydroméduses.
5. Etude des insectes, notamment des insectes sociaux.
6. Etude des mollusques perforants des récifs.
7. Etude des batraciens, reptiles et rats de Papouasie Nouvelle-Guinée.
8. Etude de la flore marine des récifs de Laing et de la flore terrestre de Papouasie Nouvelle-Guinée.

A l'heure actuelle, plus de cent articles scientifiques ont été publiés dans des revues internationales ou sont sous presse. La Station Léopold III a accueilli des chercheurs provenant de diverses institutions scientifiques et universités belges (I.R.Sc. N.B., U.C.L., U.Lg., F.N.D.P., R.U.C.A., R.U.G.) et étrangères (Australie, Italie, Grande-Bretagne, U.S.A.).

Principaux chercheurs:

Jean BOUILLON
Michel CLAEREBOUT



GROUPE DE MICROBIOLOGIE DES MILIEUX AQUATIQUES

D^r G. BILLEN
Avenue F.D. Roosevelt 50 - B-1050 Bruxelles
Tél. 02/642.30.01

Les activités du Groupe consistent dans l'étude de l'écologie microbienne des milieux aquatiques, marins, estuariens et d'eau douce. Sa démarche se caractérise par le lien qu'elle tente d'établir entre une analyse biochimique fine des interactions entre microorganismes et le fonctionnement global des systèmes naturels.

Ses activités se rattachent à la biotechnologie dans la mesure où une compréhension fine des interactions au sein des populations naturelles de microorganismes peut permettre, par une intervention limitée sur le milieu, d'orienter le fonctionnement d'ensemble des écosystèmes dans un sens désiré, soit à des fins de production industrielle, soit pour maintenir ou restaurer la qualité du milieu.

Les quelques exemples suivants d'études réalisées par le Groupe illustrent à la fois sa démarche méthodologique et les applications des recherches qu'il entreprend :

- *Etude des processus de transfert, d'immobilisation et de transformation de l'azote dans son cheminement depuis les sols agricoles jusqu'à la mer.*
(contrat Commission des Communautés Européennes)

Comment l'azote — rejeté dans le réseau hydrographique suite aux activités agricoles, industrielles et domestiques — est transformé ou éliminé par des processus microbiens avant d'atteindre les zones côtières marines.

- *Etude microbiologique des processus qui gouvernent la circulation de la matière organique dans les milieux marins et les estuaires.*
(Action de Recherches Concertées en Océanologie)

Etablissement d'un modèle du fonctionnement du milieu marin côtier aux premiers niveaux de la chaîne trophique, notamment en réponse aux apports de substances nutritives d'origine continentale.

- *Etablissement d'un modèle prévisionnel de la qualité de l'eau de l'estuaire de l'Escaut.*
(Contrat Ministère de la Santé Publique)

Jusqu'à quel point faut-il pousser l'épuration des rejets organiques dans la région anversoise et dans le bassin de l'Escaut pour garantir le respect d'une norme de qualité à la frontière belgo-hollandaise ?

- *Etude de la contamination azotée des eaux souterraines et de surface dans le bassin de la Dyle à Wavre.*
(contrat Région Wallonne)

Quelle est la part relative de responsabilité de la contamination agricole (lessivage des engrais), d'une part, et des rejets domestiques, d'autre part, dans les hautes teneurs en nitrate observées dans la nappe aquifère du Bruxellien ?

- *Suivi et modélisation de l'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin de stockage de Méry-sur-Oise.*
(Contrat Compagnie Générale des Eaux de Paris en collaboration avec l'ENS de Paris)

Comment gérer un bassin de rétention d'eau à potabiliser pour profiter au maximum de l'épuration naturelle qui s'y déroule ?

Ouvrages marquants :

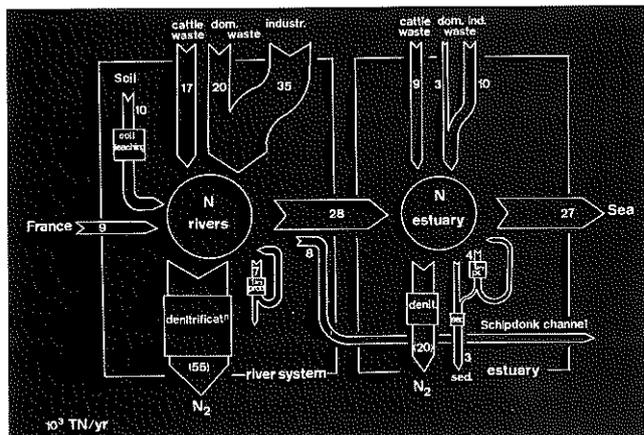
G. BILLEN (1982): Modelling the processes of organic matter degradation and nutrient recycling in sedimentary systems. In *Sediment Microbiology*, D.B. Nedwell & C.M. Brown, eds. Academic Press.

G. BILLEN (1984): Heterotrophic utilization and regeneration of nitrogen.

In *Heterotrophic activity in the Sea*, J.E. Hobbie & P.J. Lebl Williams, eds. Plenum Press.

C. LANCELOT & G. BILLEN (1985): Carbon-Nitrogen relationships in the dynamics of coastal marine ecosystems. *Advances in Aquatic Microbiology*. Academic Press.

Schéma de la circulation de l'azote dans son cheminement depuis les sols agricoles jusqu'à la mer, à travers le réseau hydrographique et l'estuaire de l'Escaut



Principaux chercheurs :

Gilles BILLEN
Eliane DE BECKER
Anne FONTIGNY
Christiane LANCELOT
Sylvie MATHOT
Pierre SERVAIS



LABORATOIRE DE BIOLOGIE VEGETALE MARINE

D^r D. VAN DER BEN

LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE

D^r Z. MOUREAU
Rue Vautier, 29 - B-1040 Bruxelles
Tél. 02/648.04.75 et 648.04.21

Parmi quelque deux cents produits radioactifs qui résultent des activités humaines dans le domaine nucléaire, le *technétium* (*Tc*) est sans doute l'un des moins connus. Cet *élément artificiel de fission* ne comporte que des isotopes radioactifs. Leur durée de vie est généralement très courte. Le *technétium 99* (*99 Tc*), dont la demi-vie est de 212.000 ans, fait exception à cette règle, ce qui en fait un *polluant nucléaire potentiel*.

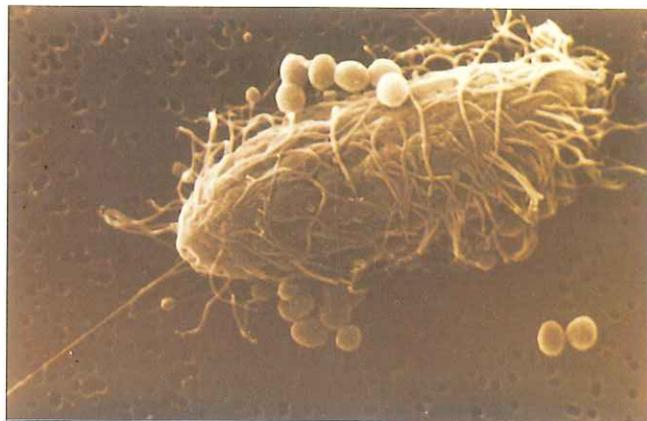
En mer, le technétium 99 se retrouve sous forme de *pertechnate* ($Tc O_4^-$) soluble et toxique. Il peut y parcourir des distances considérables.

En collaboration avec le Centre d'Etudes Nucléaires de Mol et les Universités de Liège et Louvain-la-Neuve, deux laboratoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles étudient le *cheminement du technétium 99 dans la chaîne alimentaire de la mer du Nord*. Un *modèle mathématique* est actuellement mis au point en vue de *prévoir les conséquences des déversements «normaux» et accidentels*. Le Laboratoire de Biologie végétale marine prend en charge plus particulièrement l'étude des algues; le laboratoire de Microbiologie, l'étude des microorganismes marins.

Des bactéries sont marquées au technétium 99; leur capacité d'accumulation est évaluée. La capacité d'accumulation du technétium 99 dans les protozoaires marins (notamment *Uronema marinum*) qui se nourrissent de ces bactéries est également appréhendée. A leur tour, ces protozoaires servent de nourriture à des mollusques étudiés dans d'autres laboratoires.

Le travail en cours est financé, à concurrence de vingt-cinq pour cent, par la Commission des Communautés Européennes, dans le cadre du programme de *radioprotection*. Il permettra d'évaluer les risques que le technétium représente pour l'homme.

La laboratoire de Biologie végétale marine s'intéresse globalement au rôle des algues dans les écosystèmes marins. Le Laboratoire de Microbiologie se consacre également à l'écologie bactérienne des eaux douces (Lac de Virelles).



Protozoaire marin *Uronema marinum* avec quelques bactéries, photographiés au microscope électronique à balayage

Ouvrage marquant:

D. VAN DER BEN (1971): Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* DELILE sur les côtes françaises de la Méditerranée. Mémoires de l'Inst. roy. des Sc. natur. de Belg., mémoire n° 168, 101 pp., Bruxelles.

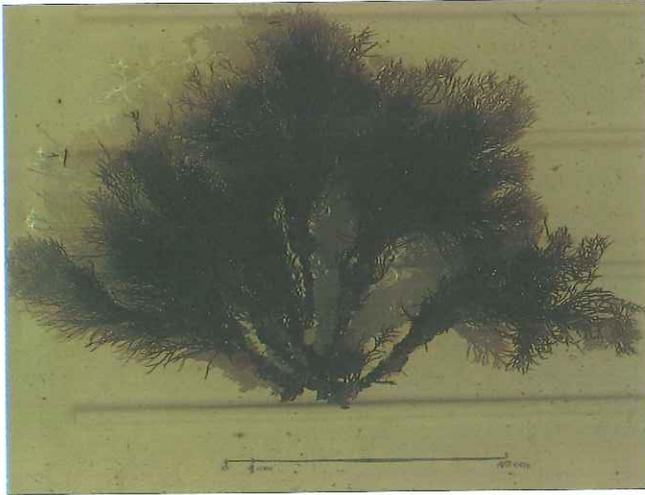
Principaux chercheurs:

J. GOVAERE
Barbara MANIA
Zima MOUREAU
D. VAN DER BEN



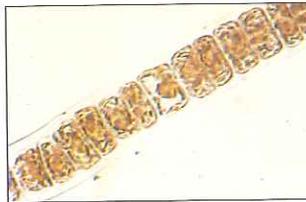
SERVICE DE BOTANIQUE SYSTEMATIQUE ET DE PHYTOGEOGRAPHIE

Prof. J. LAMBINON
Sart Tilman, B.22 - B-4000 Liège
Tél. 041/56.18.50 et 56.18.54



1. *Cystoseira balearica*, algue brune dominante sur les substrats rocheux de la région de Calvi et dont les peuplements ont une productivité biologique élevée

2. *Erythrotrichia carnea*, bangiophycée épiphyte dont la prolifération est liée à l'eutrophisation des eaux



Les activités du Service de Botanique systématique et de Phytogéographie sont axées sur:

1. L'étude des communautés végétales des fonds marins de la région de Calvi (Corse), surtout d'un point de vue écologique:
 - répartition des cystoseires en fonction des conditions du milieu et dynamique de leurs peuplements;
 - étude des microépiphytes des groupes des algues bleues et des bangiophycées (algues rouges) au point de vue de leur phénologie et de la liaison de leur développement à la qualité des eaux.
2. L'étude des communautés végétales des fonds marins de la côte nord de la Nouvelle-Guinée, surtout des points de vue de la taxonomie et de la floristique des phanérogames marines.
3. La taxonomie expérimentale des algues bleues et des bangiophycées:
 - interprétation de la variabilité morphologique en culture et dans la nature;
 - utilisation taxonomique de divers caractères ultrastructuraux;
 - analyse du comportement éco-physiologique de diverses souches;
 - approche biochimique de leur parenté génétique (hybridation des acides nucléiques).
4. L'étude taxonomique et floristique des champignons marins.
5. L'étude floristique, phytosociologique et écologique des milieux littoraux de Corse, surtout des communautés halophiles et semi-halophiles sur substrat rocheux (action des vents, apport d'embruns, cheminement du sel...).

Principaux chercheurs:

Vincent DEMOULIN
Lucien HOFFMANN
Jacques LAMBINON
Annick WILMOTTE



LABORATOIRE DE PALEOBOTANIQUE ET DE PALEOPALYNOLOGIE

Prof. M. STREEL
Place du Vingt-Août, 7 - B-4000 LIEGE
Tél. 041/42.00.80

1. La végétation d'un versant côtier de la Méditerranée à Calvi (Corse)



Les fonds marins, en particulier ceux qui sont proches du littoral, ne constituent pas un système fermé à tout apport extérieur. Au contraire, les rivières qui drainent les versants côtiers y entraînent régulièrement des matériaux organiques et des minéraux naturels auxquels l'homme ajoute souvent des polluants divers. Il est donc utile de connaître l'origine des sédiments, leur trajet sur les versants côtiers et, en mer, leur transport par les courants marins, avant leur sédimentation.

Des milliards de *grains de pollen* sont produits chaque année par la végétation des versants côtiers. Une partie d'entre eux est entraînée à la mer par les rivières et c'est sur eux que portent les recherches du laboratoire dans un domaine qu'on appelle couramment «*palynologie*». Quelques centimètres cubes de sédiment suffisent pour en observer des milliers car leur taille est comprise entre un cinquantième et un cinquième de millimètre. Leur paroi est extrêmement résistante (on retrouve encore aujourd'hui dans des sédiments anciens du pollen que la végétation a produit il y a des dizaines de millions d'années). Elle conserve des caractéristiques qui sont propres à chaque espèce végétale de telle sorte qu'en l'étudiant au microscope on peut y reconnaître la plante-mère.

Comme une recherche récente menée dans la baie de Calvi en Méditerranée l'a montré, *les proportions des différents grains de pollen observés dans les sédiments côtiers varient en fonction non seulement de la composition de la végétation-source mais aussi en fonction du mode de transport qu'ils ont subi*. Pour comprendre ces variations et *utiliser le pollen comme un véritable traceur de l'origine et du trajet des sédiments* qui les contiennent, il faut étudier :

— la nature et la distribution de la végétation des versants côtiers ;

- la quantité et la diversité du pollen qu'elle produit — ceci implique l'utilisation de capteurs de pluie pollinique ;
- les proportions de grains de pollen contenus dans les sédiments marins et dans les sédiments des cours d'eau, de leur source à leur embouchure.

*Les sédiments s'accumulent en mer dans l'ordre chronologique de leur dépôt. Or, au cours du temps, la végétation des versants côtiers a évolué et les proportions de grains de pollen des sédiments anciens ne sont pas tout à fait les mêmes que celles des sédiments récents. Par un «*carottage*» approprié, on peut donc reconstituer l'histoire de ces dépôts et ainsi, mieux comprendre les conditions de leur mise en place.*



2. Grains de pollen de *Pinus mesogeensis* (diamètre: 100µm)

Principaux chercheurs :

Claire RICHELOT
Maurice STREEL
Michel VANGUESTAINE



LABORATOIRE DE BIOLOGIE MARINE

Prof. J. GODEAUX, Dr J.-H. HECQ
 Quai Van Beneden, 22 - B-4020 LIEGE
 Tél. 041/43.49.18



Chalut pélagique Isaacs Kidd pour récolte du plancton à grande profondeur

Le Laboratoire de Biologie marine, créé en 1970, a publié de nombreux travaux sur la morphologie, la systématique et la répartition géographique du *plancton*, l'évolution temporelle de ses composantes, la *production et le transfert d'énergie dans la chaîne alimentaire*.

Les recherches ont été effectuées sur du matériel de la mer du Nord, de la Méditerranée (Calvi notamment), de la mer Rouge, des océans Atlantique et Indien tropicaux, de la mer de Behring.

La distribution de *certaines tuniciers* (thaliacés, éléments de grande taille du plancton animal) et ses causes possibles, la composition des populations et la morphologie des individus ont été analysées, surtout en *mer Rouge*, mer restée peu explorée.

L'étude morphologique comparée des appendices buccaux et thoraciques de *petits crustacés* (copépodes, cladocères) importants par leur nombre et leur rôle dans la chaîne alimentaire a permis d'interpréter la sélection, le transfert vers la bouche et le broyage de leurs proies.

L'analyse de la composition du plancton en baie de Calvi, la détermination des espèces importantes, l'estimation de la matière organique produite, ont permis de *dresser un schéma des interactions entre substances (sels) inorganiques, plancton végétal, plancton animal herbivore et carnivore et déchets* (cadavres, excréments,...). Grâce à ses isotopes stables (carbone 13, azote 15 et oxygène 18), la matière organique est marquée naturellement et peut être pistée au sein des chaînes alimentaires.

Cette matière organique (protéines, graisses, sucres) est élaborée spécifiquement par le plancton végétal, en fonction des con-

ditions du milieu et notamment des phénomènes physiques que sont les remontées d'eaux profondes riches en sels nutritifs. Grâce à ces sels et au soleil, les algues photosynthétiques édifient les substances nutritives que consomment les herbivores, eux-mêmes la proie des carnivores, dont l'homme.

Ces recherches menées en mer du Nord, en Méditerranée et bientôt en Antarctique, ont pour objectif fondamental la *connaissance du fonctionnement général de l'océan* et pour objectif pratique *sa rentabilisation et sa protection*.

Principaux chercheurs :

Patrick DAUBY
 Annie GASPARGODEFROID
 Jean GODEAUX
 Anne GOFFART
 Jean-Henri HECQ
 Jean-Claude MEURICE
 Martine MORTIER-LICOT



LABORATOIRE DE BIOLOGIE ANIMALE ET CELLULAIRE

Prof. G. VAN DE VYVER

UNITE DE CHIMIE BIOLOGIQUE

D^{rs} J.-C. BRAEKMAN et D. DALOZE

Avenue F.D. Roosevelt, 50 - B-1050 BRUXELLES

Tél. 02/642.22.64 et 02/642.29.61

L'Unité de Chimie biologique et le Laboratoire de Biologie animale et cellulaire sont associés pour l'étude chimique et écologique de la *défense chimique des éponges marines contre leurs prédateurs et leurs compétiteurs*.

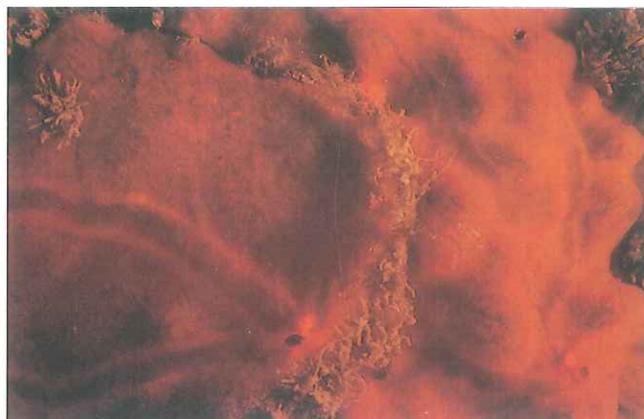
Il est fréquemment observé que, sur les substrats rocheux, certaines espèces d'éponges sont très largement dominantes par leur biomasse et ne sont jamais couvertes par des organismes susceptibles de se fixer sur elles. Ces espèces semblent protégées de l'attaque de prédateurs mobiles (poissons, échinodermes, mollusques) et semblent écarter d'autres organismes sessiles avec lesquels elles sont en compétition pour occuper le substrat. Les travaux réalisés au cours de ces dernières années dans le domaine de la chimie et de l'écologie des éponges marines ont permis de mettre en évidence que beaucoup de ces animaux constituent une source remarquable de métabolites secondaires nouveaux. A plusieurs reprises, il a été suggéré que le succès de ces éponges pourrait être lié à l'existence de ces substances qui les protégeraient contre leurs prédateurs et leurs compétiteurs. Cette hypothèse est étayée par le fait que nombre de ces métabolites secondaires sont toxiques pour de nombreux prédateurs potentiels, tandis que d'autres présentent des activités antifongiques, antibiotiques et/ou « antifouling ». Le rôle écologique de ces toxines n'a cependant été clairement démontré que dans un nombre très restreint de cas.

Cette recherche comporte trois aspects:

1. *Le recensement d'éponges toxiques* originaires de la Manche et de la Méditerranée. Dans cette optique, un maximum d'espèces d'éponges sont récoltées in situ, ramenées au laboratoire et identifiées. *Leur toxicité est évaluée* à l'aide de tests biologiques de routine (ichthyotoxicité et spongiotoxicité).
2. *L'isolement des substances toxiques et la détermination de leur structure moléculaire.*
3. *L'évaluation de l'importance de ces substances toxiques dans les mécanismes de défense chimique des éponges.*

Principaux chercheurs :

J.-C. BRAEKMAN
D. DALOZE
Joëlle HUYSECOM
Barbara MOUSSIAUX
Gisèle VAN DE VYVER



Eponge méditerranéenne, *Crambe crambe*, bien connue pour sa toxicité



LABORATOIRE DE MORPHOLOGIE, SYSTEMATIQUE ET ECOLOGIE ANIMALES

Prof. Ch. JEUNIAUX
Quai Van Beneden, 22 - B-4020 Liège
Tél. 041/43.49.18

Les recherches du laboratoire concernent l'*écologie quantitative de la faune des fonds marins*.

Par opposition aux animaux qui constituent le plancton, le necton et le neuston, les animaux du benthos marin sont ceux qui vivent en permanence en contact avec le fond, soit directement sur le substrat rocheux, soit sur la couverture végétale, soit encore sur et dans les sédiments.

Si cette faune est aujourd'hui à peu près connue du point de vue qualitatif (description et localisation des espèces), il reste beaucoup à faire sur le plan quantitatif. Un des objectifs des travaux du laboratoire est de comprendre l'*importance de la faune benthique dans les transferts d'énergie et de matière entre les divers compartiments de l'écosystème marin*.

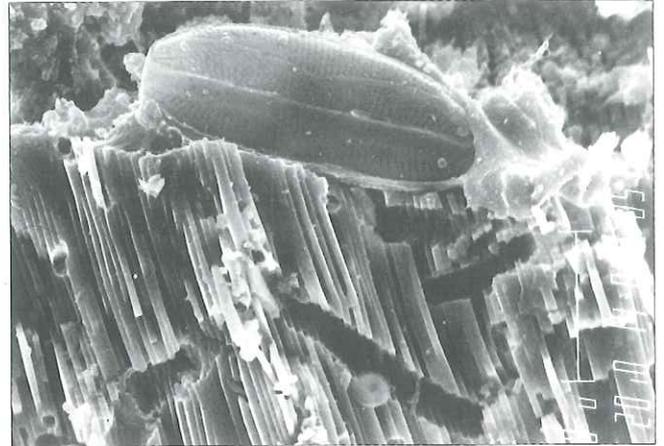
En Méditerranée, pour la baie de Calvi, nous disposons à présent de données quantitatives originales sur :

- la *faune benthique* des communautés à algues photophiles, dominées par les *Cystoseira*, qui s'étendent de la surface à moins quarante mètres de profondeur ;
- sur la *faune épiphyte* qui se développe sur les frondes de *posidonies* (herbes marines) constituant la ceinture des herbiers ;
- sur la *faune* de différents types de *sédiments*.

Nous pouvons ainsi mesurer, par unité de surface, pour chaque type de communauté, la *biomasse* totale, la biomasse de matières organiques ou celle de certaines substances typiquement d'origine animale comme la *chitine*. Par des *expériences de colonisation de substrats vierges*, immergés aux abords de la Station de Stareso, nous commençons à décrire les étapes de l'installation de ces communautés benthiques. Nous pouvons y mesurer la *vitesse de production de la chitine* en grammes par mètre carré et par an, et donc la *vitesse de fixation du carbone et de l'azote* à ce niveau de l'écosystème.

La consommation des animaux benthiques par les prédateurs et la dégradation de leur squelette assurent le recyclage de leurs

1. Comme les *Cystoseira*, les feuilles de *posidonies* servent de support à tout un peuplement d'organismes encroûtants : ici, plusieurs colonies de bryozoaires et un tube de ver tubicole (spirorbe) sur un lit d'algues calcaires



2. Vue, au microscope électronique à balayage, des perforations creusées dans la nacre d'une coquille de mollusque par des champignons et par une diatomée

éléments constitutifs. Ces processus nécessitent la mise en jeu d'*enzymes digestives* dont la distribution chez les animaux marins commence à être bien connue. Les restes non consommés par les prédateurs (coquilles, carapaces, squelettes) s'accumulent dans les sédiments. Ils constituent la fraction « organoclastique », source d'énergie parfois très importante pour les microorganismes décomposeurs vivant dans les sédiments.

L'*étude expérimentale de la dégradation des coquilles « mortes »* de mollusques et celle des *carapaces* de crabes nous permettent de calculer la vitesse de dégradation des différents constituants, de décrire la nature et la séquence d'intervention des microorganismes perforants, et d'en observer les variations en rapport avec la profondeur et la pression.

Nous approchons ainsi d'une vue cohérente et globale des *mécanismes écologiques qui assurent le recyclage des constituants squelettiques dans les grands cycles biogéochimiques*.

Ouvrages marquants :

Ch. JEUNIAUX, J.C. BUSSERS, M.F. VOSS-FOUCART et M. POULICEK (1985) «Chitin production by animals and natural communities in marine environment» in: «Chitin in Nature and Technology», R.A.A. MUZZARELLI, Ch. JEUNIAUX and G.W. GOODAY, editors, Plenum Press, New York (sous presse).
M. POULICEK, G. GOFFINET, M.F. VOSS-FOUCART, J.C. BUSSERS, M.F. JASPAR-VERSALI et C. TOUSSAINT (1985) «Chitin degradation in natural environment (Mollusk shells and Crab carapaces).» in: «Chitin in Nature and Technology», R.A.A. MUZZARELLI, Ch. JEUNIAUX and G.W. GOODAY, editors, Plenum Press, New York (sous presse).

Principaux chercheurs :

J.-C. BUSSERS	Ch. JEUNIAUX
G. GOFFINET	M. POULICEK
M.-F. JASPAR-VERSALI	M.-F. VOSS-FOUCART



SECTION DES INVERTEBRES RECENTS

D^r J. VAN GOETHEM
Rue Vautier, 29 - B-1040 Bruxelles
Tél. 02/648.04.75

Prélèvement de crustacés aux îles Kerguelen



La Section des Invertébrés récents poursuit un double objectif : d'une part, un objectif de *recherche* axé sur la morphologie, la systématique, l'autécologie, la faunistique et la zoogéographie de certains groupes d'invertébrés; d'autre part, l'*établissement, la gestion et la valorisation des collections d'invertébrés de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*.

Les groupes d'invertébrés plus particulièrement étudiés sont les mollusques, les crustacés, les échinodermes, les nématodes et les cœlentérés provenant d'Europe, d'Afrique, de l'Indo-Pacifique (Papouasie Nouvelle-Guinée, Iles Maldives) et de l'Antarctique.

Un programme à long terme, réalisé en collaboration avec plusieurs universités et institutions scientifiques belges et étrangères, concerne l'*inventaire et l'étude des récifs coralliens de l'Indo-Pacifique*.

La Section poursuit également une *étude de la biologie des crustacés amphipodes et isopodes des îles Kerguelen*, archipel situé à la limite nord de l'océan Australien. Ces crustacés constituent, en l'absence quasi totale de crustacés décapodes, un des éléments dominants de la faune des fonds marins antarctiques et nourrissent de nombreux poissons. Ces études s'intègrent dans les objectifs du programme international BIOMASS et bénéficient de l'aide logistique des « Terres Australes et Antarctiques françaises ». Elles doivent s'étendre prochainement dans la Péninsule Antarctique grâce à l'appui des expéditions antarctiques chiliennes et polonaises.

Dans le cadre de son objectif de gestion et d'exploitation des collections d'invertébrés, la Section développe un programme d'applications particulières de l'*informatique*.

Enfin, elle se préoccupe de vulgarisation scientifique pour le grand

public notamment par des publications, des conférences, par la réalisation des futures salles d'exposition consacrées aux invertébrés actuels dans le programme de rénovation du musée de l'I.R.Sc.N.B., et en répondant aux multiples demandes d'information émanant du grand public, des écoles et des universités.

Ouvrages marquants :

W. ADAM & J. KNUDSEN (1985) : Révision des Nassariidae (Mollusca : Gastropoda Prosobranchia) de l'Afrique occidentale. Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg., 55 (9) : 1-95.

W. DECRAEMER (1977) : Scientific report on the Belgian expedition to the Great Barrier Reef in 1967. Nematodes XI : Morphological and Taxonomic study of the genus *Tricoma* Cobb, 1894 with the description of new species from the Great Barrier Reef (Australia) (Nematoda-Desmoscolecida). Austr. J. Zool., Suppl. Series 1977 : 1-121.

E. LELOUP (1974) : Hydropolypes calyptoblastiques du Chili. Report n° 48 of the Lund University Chile Expedition 1948-1949. Sarsia, 55 : 1-62.

J. VAN GOETHEM (1977) : Révision systématique des Urocyclinae (Mollusca, Pulmonata, Urocyclidae). Ann. Mus. r. Afrique Centrale, sér. in 8°, sc. zool., 218, 1-355.

Principaux chercheurs :

C. DE BROYER
J. DE WILDE
F. FIERIS
C. MASSIN

J. VAN GOETHEM
W. VAN HECKE-DECRAEMER
K. WOUTERS



GROUPE DE BIOLOGIE MARINE

D^r M. JANGOUX

Avenue F.D. Roosevelt, 50 - B-1050 Bruxelles

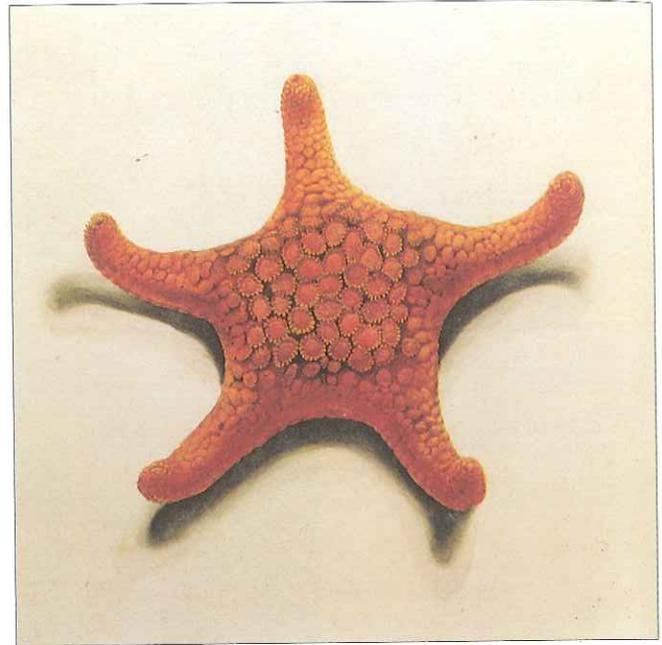
Tél. 02/642.22.62 et 642.24.12

Le Groupe de Biologie marine est spécialisé depuis plus de quinze ans dans l'étude de la biologie des *invertébrés marins*, particulièrement des invertébrés *échinodermes*.

Le phylum des échinodermes compte cinq classes d'organismes vivant essentiellement au fond : oursins, holothuries, étoiles de mer, ophiures et crinoïdes. Peuplant toutes les mers du globe et à toutes les profondeurs, ils vivent généralement en populations denses et représentent toujours une importante biomasse. Le rôle écologique des échinodermes est de plus en plus considéré comme fondamental (« espèces-clés ») : ils régulent fréquemment la composition des communautés faunistiques et floristiques au sein desquelles ils vivent.

Divers aspects de la biologie des individus et des populations d'échinodermes sont envisagés. Les principaux thèmes abordés sont :

- *Biologie de la nutrition* : régime alimentaire, comportement alimentaire, efficacité de l'alimentation (taux d'absorption), microflore digestive, sites de réserve des matériaux énergétiques et évolution de ceux-ci au cours du cycle reproducteur annuel des organismes, excrétion.
- *Biologie de la reproduction* : détermination des périodes de ponte, cycle annuel des glandes génitales, coût énergétique de la reproduction.
- *Biologie des larves* : développement larvaire des espèces littorales dominantes, études particulières de l'alimentation et du déplacement des larves.
- *Dynamique du squelette* : étude de la biosynthèse et de la biodégradation du squelette larvaire (larve pluteus d'oursins) et du squelette adulte (étoile de mer).
- *Mécanismes de défense contre les prédateurs* : étude particulière des organes défensifs développés par certaines espèces tels que les pédicellaires des astéries et des oursins (y compris les pédicellaires à venin) et les tubes de Cuvier des holothuries.
- *Biopathologie* : étude épidémiologique des espèces européennes les plus communes (maladies bactériennes et parasitoses), avec un intérêt particulier pour les modes d'infestation, les relations hôte-parasite et l'impact des maladies biotiques sur la survie des individus et la stabilité des populations contaminées (dans le cas, par exemple, des castrations parasitaires).



Etoile de mer *Nectria ocellata*, dessin inédit réalisé par le Havrais Charles-Alexandre Lesueur lors du voyage de découvertes aux Terres Australes réalisé en 1800-1804 par les vaisseaux le « Naturaliste » et le « Géographe »

Ouvrages marquants :

- M. JANGOUX (ed.) (1980) : Echinoderms : Present and Past. Proc. 1st European Coll. Echinoderms (Brussels, September 1979), XVIII + 428 pp. Balkema : Rotterdam.
- M. JANGOUX & J.M. LAWRENCE (eds) (1982) : Echinoderm Nutrition, XIV + 620 pp. Balkema : Rotterdam
- M. JANGOUX & J.M. LAWRENCE (1983) : Echinoderm Studies, vol. 1, V + 150 pp. Balkema : Rotterdam (le vol. 2 sera publié au printemps 1986).
- M. JANGOUX (sous presse) : Diseases of Echinoderms. In O. Kinne (ed.), Diseases of marine Animals, vol. III, ± 120 pp. Publ. Biologische Anstalt Helgoland : Hamburg.

Principaux chercheurs :

Pierre COULON
Yves DE GREEF
Chantal DE RIDDER
Philippe DUBOIS
Marianne GHYOOT
Michel JANGOUX
Yves SCAILTEUR
Didier VAN DEN SPIEGEL



LABORATOIRE D'ETHOLOGIE MARINE — AQUARIUM DE LIEGE

D^r J. VOSS, Conservateur
Quai Van Beneden, 22 - B-4020 Liège
Tél. 041/43.49.18

Chaque espèce animale est adaptée à son milieu. Par la spécialisation de ses structures morphologiques, de ses caractéristiques physiologiques et biochimiques et surtout par la complexité de ses comportements, elle est à même de répondre aux sollicitations de son environnement et, de la sorte, de se maintenir dans une situation d'équilibre dynamique.

Les problèmes posés de manière constante aux individus relèvent de quatre types principaux : s'alimenter en suffisance — éviter les prédateurs et se procurer un abri — se reproduire et assurer la survie de la progéniture — communiquer avec ses congénères.

Les réponses apportées à ces problèmes permettent l'intégration et l'ajustement de l'animal à son milieu : elles conduisent à l'élaboration de «stratégies comportementales» généralement très complexes qui influent sur l'évolution de l'espèce. L'éthologie a pour objectif l'étude de ces phénomènes comportementaux.

Notre laboratoire d'*Ethologie marine* s'est donné pour objectif de mieux connaître et de mieux comprendre les adaptations écologiques et éthologiques des poissons inféodés à la zone côtière rocheuse de la Méditerranée.

Bénéficiant, d'une part, de l'infrastructure de recherche de l'Aquarium universitaire «Dubuisson» (à Liège — Service d'Ethologie et de Psychologie animale — Prof. J.Cl. RUWET) et, d'autre part, de la Station de Recherches sous-marines et océanographiques STARESO (à Calvi), nous pouvons approcher et observer les poissons dans leur milieu naturel et compléter nos observations par une expérimentation tant in situ qu'en aquarium.

Nos travaux portent principalement sur l'étude :

1. *des structures sociales;*

1. Observation du comportement des poissons en milieu naturel



2. *des modes et des stratégies de reproduction;*
3. *des succès reproducteurs;*
4. *des moyens de communication intraspécifique;*
5. *des relations entre écologie et éthologie.*

Depuis quinze ans, nous centrons essentiellement nos recherches sur deux importantes familles de poissons marins : les *labridés* et les *serranidés*. Les techniques d'observation mises au point en milieux naturel et artificiel constituent un atout de base pour l'étude de toute autre famille de poissons marins et nous permettent également d'étudier des poissons d'eau douce, en particulier les *cichlidés*.

Ouvrages marquants :

P. LEJEUNE (1985) : Le comportement social des labridés méditerranéens. Cahiers d'Ethologie appliquée, Vol. 5, Fasc. 2, 1985, 208 pp.

Ch. MICHEL, P. LEJEUNE, J. VOSS (1986) : Les labridés des côtes européennes. Biologie et comportement. Rev. fr. Aquariol., sous presse.

J. VOSS (1980) : Color pattern of African Cichlids Fishes. Ed. T.F.H., New Jersey, 126 pp.

Principaux chercheurs :

Pierre LEJEUNE
Christian MICHEL
Jacques VOSS
François WERNERUS

2. Combat territorial entre deux mâles de *Symphodus ocellatus*





LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE ANIMALE

Prof. F. BAGUET

Place Croix du Sud, 5 - B-1348 Louvain-la-Neuve

Tél. 010/43.34.77

Les recherches effectuées au Laboratoire de Physiologie Animale ont un double objectif :

1. étudier et comparer la nature des *mécanismes déclenchant la production de lumière par les photophores (organes lumineux) des poissons lumineux de pleine eau (pélagiques)* ;
2. étudier l'*aspect énergétique de la production de lumière*.

Les poissons étudiés sont :

- le poisson *épipélagique*, *Porichthys*, vivant à proximité de la surface dans la région du Pacifique qui baigne les zones côtières de la Californie ;
- les poissons *mésopélagiques*, *Argyroteleus*, *Maurolicus* et *Chauliodus*, vivant plus profondément dans le détroit de Messine.

Le contrôle de la luminescence est abordé sous ses deux aspects, c'est-à-dire extrinsèque et intrinsèque. Après avoir mis en évidence que le *contrôle extrinsèque est d'origine nerveuse*, nous déterminons la *nature des récepteurs et leur localisation dans le photophore*. L'étude du *contrôle intrinsèque* consiste à déterminer le couplage entre la fixation du neuromédiateur à son site récepteur sur la cellule photogène et la réaction lumineuse intraphotocytaire. En perméabilisant la membrane des cellules de manière non destructive par des détergents, il est possible de déclencher la réaction lumineuse sans passer par le neuromédiateur. C'est ainsi que l'on met en évidence l'*importance* d'ions tels que le *calcium* et le *sodium* dans la mise en route des réactions de luminescence.

Pour étudier l'énergétique de la production de lumière, nous mesurons, d'une part, la consommation d'oxygène des photophores entiers et, d'autre part, l'activité de l'adénosine triphosphate (ATP) sur des extraits de photophore.

Comme le neuromédiateur est de nature adrénérgique pour les poissons épi- et mésopélagiques, nous comparons la *consommation d'oxygène des photophores* stimulés par l'adrénaline et la noradrénaline :

- les photophores du *poisson épipélagique* augmentent la consommation d'oxygène au cours de la production de lumière ; les deux phénomènes évoluent parallèlement au cours du temps ;



- en revanche, les photophores des *poissons mésopélagiques* diminuent leur consommation d'oxygène lorsqu'ils deviennent lumineux.

Les mesures de l'*activité ATPasique* révèlent des différences non seulement entre les photophores des poissons épi- et mésopélagiques, mais encore entre les photophores des poissons mésopélagiques.

Les études des photophores *in vitro* menées conjointement à des observations directes de la luminescence des poissons dans le détroit de Messine à bord d'un sous-marin autonome (mésoscaph) nous permettraient de comprendre pourquoi un poisson lumineux produit de la lumière.

Principaux chercheurs :

BAGUET
CHRISTOPHE
MALLEFET
REES



LABORATOIRE DE BIOCHIMIE MUSCULAIRE

Prof. G. HAMOIR, D^r B. FOCANT
Sart Tilman, B6 - B-4000 Liège
Tél. 041/56.14.01

Continuant une longue tradition de recherches sur les *protéines musculaires des poissons*, le Laboratoire de Biochimie musculaire s'est intéressé plus particulièrement à l'*étude comparative de la myosine et des parvalbumines* de différents poissons marins par électrophorèse sur gel de polyacrylamide.

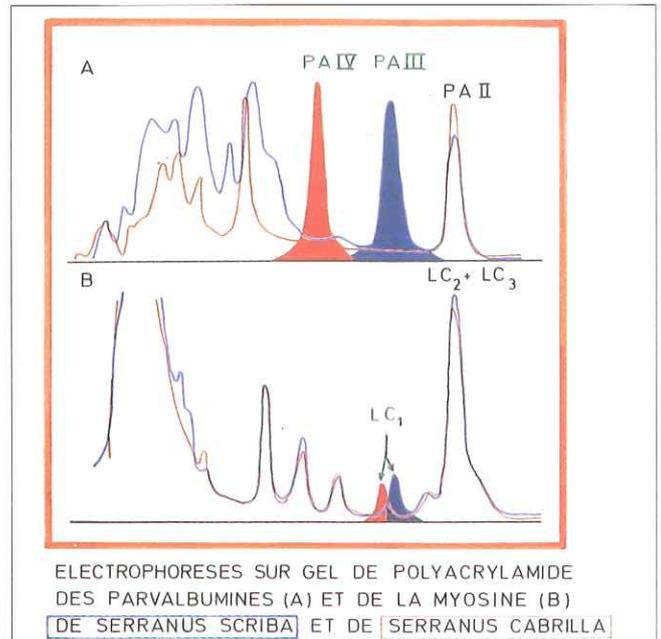
La *myosine*, protéine responsable de la contraction, est composée de chaînes polypeptidiques lourdes et légères. L'examen de leur charge électrique, de leur poids moléculaire et de leur stœchiométrie montre que les chaînes légères constituent un excellent critère de caractérisation de l'espèce ainsi que du type musculaire étudié (muscle blanc, rapide; muscle rouge, lent et muscle cardiaque).

Les *parvalbumines*, protéines sarcoplasmiques à haute affinité pour le calcium, sont également propres à l'espèce et au type musculaire. Leur comparaison chez de nombreux animaux a permis d'établir un arbre phylogénétique qui constitue une contribution biochimique originale à la classification des espèces.

Les variations de ces protéines sont visualisées par migration sur gel de polyacrylamide, en présence de différents agents dissolvants. Les électrophorétochromes obtenus permettent, par densitométrie, l'estimation qualitative et quantitative des protéines analysées.

Les recherches entreprises et les résultats obtenus concernent :

- la mise en évidence de quatre types de myosine dans les muscles d'*Opsanus tau* (côte atlantique des USA) : types rapide, ultrarapide (vessie natatoire), lent et cardiaque.
- L'identification d'une myosine spécifique dans les muscles du tronc de deux espèces de poissons abyssaux (*Mora moro* et *Coryphaenoides rupestris*, campagne du Challenger en mer d'Irlande).
- La caractérisation de deux espèces très proches de serranidés, (*Serranus cabrilla* et *Serranus scriba*, baie de Calvi, Corse) grâce à des propriétés biochimiques différentes de leurs protéines musculaires (voir illustration). Signalons la présence, dans tous les muscles squelettiques de ces poissons, d'un seul type de myosine (type rapide). Des enregistrements électromyographiques sont réalisés en collaboration avec le Laboratoire de Morphologie fonctionnelle du Professeur M. Chardon.



Electrophorèses sur gel de polyacrylamide des parvalbumines (A) et de la myosine (B) de *Serranus scriba* et de *Serranus cabrilla*

Principaux chercheurs :

Bruno FOCANT
Gabriel HAMOIR
Françoise HURIAUX



LABORATOIRE D'OCEANOLOGIE

Prof. A. DISTECHE
Sart Tilman, B6 - B-4000 Liège
Tél. 041/56.13.20

L'essentiel de la matière vivante des océans est produit dans la zone euphotique (zone superficielle éclairée) limitée par l'interface air-mer, les côtes et d'autres masses d'eau plus profondes.

La quantité de matière organique produite dépend de l'intensité lumineuse et de la quantité de nutriments apportés par les estuaires ou recyclés dans les eaux profondes; elle est maximale au niveau des zones de discontinuité entre masses d'eau de caractéristiques différentes (thermoclines et fronts). L'étude de ces phénomènes relève de l'écohydrodynamique.

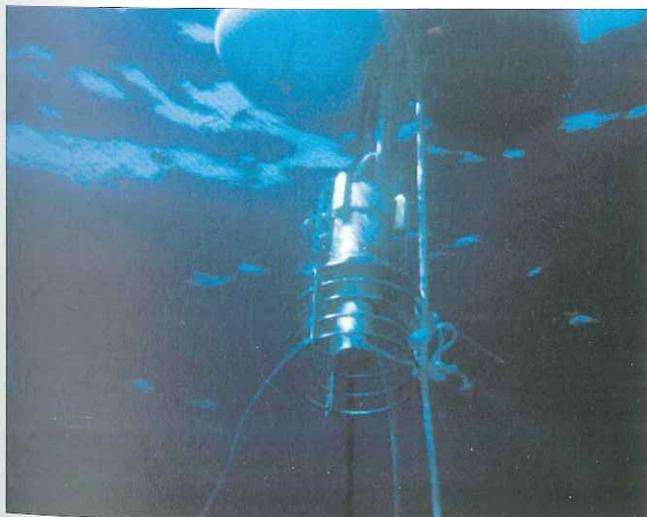
La qualité de la matière organique produite peut être affectée par l'eutrophisation (excès de nutriments) ou par l'apport de polluants (métaux lourds, par exemple). L'étude de la toxicité et du transfert des polluants dans les écosystèmes relève de l'écotoxicologie.

Les recherches poursuivies dans notre laboratoire concernent la chimie des échanges air-mer, la biologie, la chimie et l'écotoxicologie de la zone euphotique et la chimie des régions profondes de l'océan.

Une étude poussée de la chimie du gaz carbonique et de ses dérivés a été entreprise en mer du Nord et en Méditerranée au niveau de l'interface air-mer en ce qui concerne les échanges gazeux; dans la zone euphotique, la mesure des variations du gaz carbonique total et de l'oxygène dissous permet d'évaluer le métabolisme global des communautés. Dans le cas du bassin liguro-provençal, les fronts présentent une forte productivité liée à des remontées d'eaux profondes caractérisées notamment par leur alcalinité. L'aboutissement de ces études est la connaissance du cycle du carbone dans une région déterminée.

A un tel cycle peuvent être associés des transports de substances toxiques. Nos recherches ont permis de découvrir de nombreux mécanismes permettant aux organismes de piéger les métaux, avec le risque de les rendre dangereux à la consommation. Ce type d'étude implique aussi l'analyse d'éléments-traces: des techniques sophistiquées ont été mises au point à cette fin.

1. Sonde de mesure du pH fixée à proximité de la surface



2. Cloche en plexiglass isolant quelques pousses de posidonies de la baie de Calvi. La sonde permet de mesurer les variations de pH dans la cloche

Dans les régions profondes des océans s'achève la minéralisation de la matière organique et se dissolvent les carbonates solides formés en surface. Des travaux ont pu être réalisés dans ce domaine grâce à la mise au point d'une électrode de mesure du pH sous pression qui permet de réaliser des profils jusqu'aux grandes profondeurs (9500 m) et qui sera prochainement utilisée pour étudier la chimie des sources hydrothermales profondes. Elle a également été adaptée pour réaliser des profils de pH dans des trous de forage de mille mètres de profondeur.

Ouvrages marquants:

A. DISTECHE (1974): The effect of pressure on dissociation constants and its temperature dependency. In «The Sea», vol. V, Ideas and Observations. Ed. E. Goldberg. J. WILEY and Sons, 81-121.
G. GILLAIN (1985): Sea Water Samples. In «Principles and Methods for Analysis of Trace Elements and Trace Amounts of some Micro Elements». Ed. by H.A. McKenzie and L.E. Smythe (University of New South Wales, Kensington, Australia). Elsevier Science Publishers, Biomedical Division.

Principaux chercheurs:

Jean-Marie BOUQUEGNEAU
Claire DAEMERS-LAMBERT
Albert DISTECHE
Michel FRANKIGNOUILLE
Gérard GILLAIN
Benôit KOCH



LABORATOIRE DE CHIMIE ANALYTIQUE ET RADIOCHIMIE

Prof. J. FUGER
Sart Tilman, B6 - B-4000 Liège
Tél. 041/56.14.10

Nul ne songerait à contester, à l'heure actuelle, l'importance primordiale du rôle des techniques analytiques dans l'étude des phénomènes naturels. En particulier, l'examen de la nature et de la distribution des éléments minéraux — éléments majeurs ou oligo-éléments participant aux processus biologiques — revêt un intérêt tout particulier dans l'étude d'un milieu aussi complexe que l'océan.

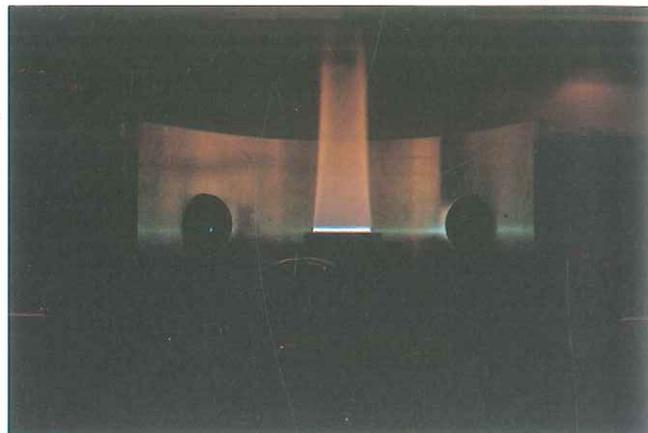
La contribution du Laboratoire de Chimie Analytique et Radiochimie se situe au niveau *de la mise au point et de l'exploitation de protocoles d'analyse d'éléments-traces*, c'est-à-dire d'éléments dont la concentration est inférieure à un milligramme par litre pour l'eau de mer ou à un milligramme par kilo pour les matières solides (plancton, sédiments,...).

A ce jour, deux techniques très délicates et très sensibles sont surtout mises en œuvre :

- *la voltamétrie par redissolution anodique* ;
- *la spectrométrie d'absorption atomique avec ou sans flamme*.

Elles ont comme objectif essentiel le contrôle de l'exactitude et de la reproductibilité des résultats.

Au sein d'un groupe de recherches, comprenant notamment le Service d'Océanologie du Professeur A. Distèche, le Laboratoire de Chimie Analytique et Radiochimie dispose depuis peu d'un *spectromètre d'émission atomique à plasma* (ICP-AES). Cet instrument qui bénéficie d'un support électronique et informatique particulièrement évolué va permettre d'élargir considérablement le champ d'action du laboratoire grâce, d'une part, à sa sensibilité élevée et à la reproductibilité remarquable des mesures et, d'autre part, grâce au caractère multiélémentaire des analyses qu'il permet de réaliser.



Spectromètre d'absorption atomique

Principaux chercheurs :

Jean FUGER
René MACHIROUX



INSTITUT DE RECHERCHES CHIMIQUES

D' J.R. ISTAS
Museumlaan, 5 - B-1980 TERVUREN
Tél. 02/767.93.39 ou 767.53.01

De faibles quantités de métaux sont associées à des matériaux d'origines diverses qui finissent par sédimenter au fond des mers côtières. L'Institut de Recherches Chimiques s'intéresse aux *transferts de ces métaux en trace, des sédiments vers la colonne d'eau*.

L'étude détaillée des matières en suspension de la baie sud de la mer du Nord permet de montrer que *le cuivre, le zinc et le cadmium sont essentiellement liés à la matière organique*, tandis que *le plomb semble associé aux argiles et aux oxydes et hydroxydes de fer et de manganèse*.

L'oxydation bactérienne de la matière organique sédimentée entraîne une remise en solution de plus de septante pour cent *du cuivre, du zinc et du cadmium* anthropiques. Dans les sédiments à caractère aérobique, environ quatre-vingts pour cent *du plomb* sont libérés; dans les sédiments à caractère anaérobique, sa resububilisation totale est observée.

Les métaux en trace ainsi mobilisés peuvent regagner la colonne d'eau par diffusion. *Un sédiment récent*, loin d'être simplement un piège, apparaît alors comme un système dynamique *susceptible de recycler une partie importante des métaux sédimentés*. Pour ne pas être faussée, l'élaboration d'un bilan de masse d'un système marin doit donc inévitablement tenir compte des processus de diagenèse dans les sédiments.

La mise en évidence de tels phénomènes nécessite souvent l'utilisation de *techniques d'analyses* particulièrement sensibles et spécifiques étant donné les teneurs peu élevées de certains métaux en trace et la complexité des matrices étudiées. Une partie des problèmes d'analyse a déjà pu être résolue à ce jour.

Nos efforts portent également sur la mise au point de *techniques fines de prélèvements* qui permettront une meilleure résolution de l'étude des gradients verticaux et sur l'établissement de méthodes spectrométriques rigoureuses de détermination directe de métaux en trace dans les eaux interstitielles.

Principal chercheur :

D' J.R. ISTAS



LABORATOIRE D'Océanographie

Prof. R. WOLLAST
Avenue F.D. Roosevelt, 50
B-1050 Bruxelles
Tél. 02/642.29.53

Les activités du Laboratoire d'Océanographie sont centrées sur *l'élaboration des cycles biogéochimiques* des éléments dans l'océan. Il s'agit en particulier de comprendre les mécanismes de transfert des éléments des continents vers les océans et d'évaluer notamment les flux des constituants au travers des systèmes estuariens.

Le laboratoire s'intéresse aussi aux processus de *diagenèse* dans les sédiments marins récents et aux flux liés à ces processus. Ce type d'étude requiert une approche fondamentale des propriétés thermodynamiques des minéraux, de leur comportement cinétique et de leurs interactions avec des solutions aqueuses.

Principaux chercheurs :

Lei CHOU
Andrée MARIJNS
Roland WOLLAST



LABORATOIRE DE GÉOCHIMIE

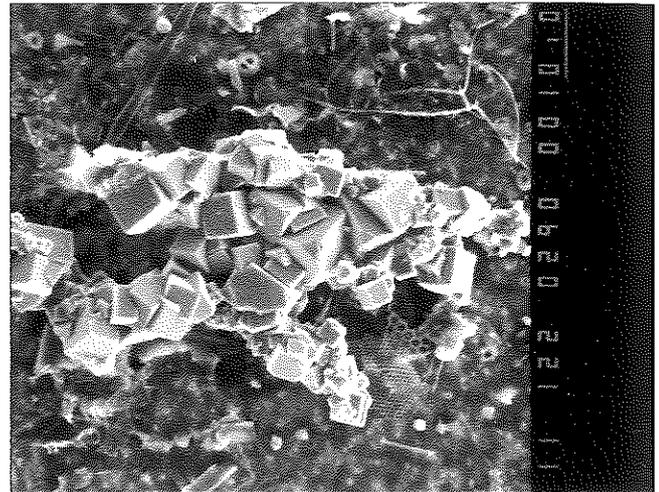
Prof. J. JEDWAB
Avenue F.D. Roosevelt, 50 - B-1050 Bruxelles
Tél. 02/642.22.64

A la fin des années septante, des mesures thermométriques et isotopiques ainsi que des observations visuelles directes en sous-marin ont mené à la découverte de *cheminées hydrothermales* actives, situées sur les dorsales du Pacifique Est. Des fluides aqueux très chauds (trois cent cinquante degrés centigrades), acides, riches en métaux et en sulfure, s'échappent à grande vitesse (jusqu'à cinq mètres par seconde) du sommet et des parois de ces cheminées dont la hauteur atteint plusieurs mètres. Les minéraux qui se forment lors de l'équilibrage des fluides chauds avec l'eau de mer, ainsi que les minéraux d'origine profonde présents à l'éjection des fluides, sont recueillis dans des trappes à sédiments amarrées près des cheminées, ou par aspiration directe dans des événements.

Le Laboratoire de Géochimie, qui avait développé des *méthodes spéciales d'analyse de microparticules* lors du Programme Apollo, s'est attaché à appliquer ces techniques à l'*étude systématique de la minéralogie des effluents hydrothermaux du Pacifique Est* (au nord de Juan-de-Fuca Ridge), ainsi que des *sédiments métallifères des fosses hypersalines de la mer Rouge*.

Il a déjà à son actif la *découverte de graphite et de magnétite zincifère* d'origine profonde qui permet dans une certaine mesure de *décrire les conditions physico-chimiques régnant dans les basaltes sous-océaniques*. De nombreux autres minéraux découverts dans les récoltes de particules (carbures, oxydes, sulfures et antimoniures de métaux rares) posent de multiples problèmes de détermination et d'interprétation qui sont régulièrement étudiés par le laboratoire.

Les échantillons dont dispose le Laboratoire de Géochimie proviennent de récoltes effectuées par les océanographes français (CNEXO-BRGM-Université P. & M. Curie) et nord-américains (NOAA-USGS).



Groupe de cristaux cubiques de pyrite avec coccolithes, fragments de diatomées et particules diverses (microscope électronique à balayage). Récolté par trappe à sédiment, amarrée pendant sept mois à deux cents mètres d'une cheminée en activité et à cinquante mètres au-dessus du fond

Ouvrages marquants :

E. OUDIN (1981) : Etudes minéralogique et géochimique des dépôts sulfurés sous-marins actuels de la Ride Est-Pacifique (21°N). Doc. BRGM n° 25, 241 pp.

P.A. RONA, K. BOSTRÖM, L. LAUBIER & K.L. SMITH, Jr (eds) (1983) : Hydrothermal processes at seafloor spreading centers. NATO Conference Series. Series IV : Marine Sciences. Plenum Press. 796 pp.

Principal chercheur :

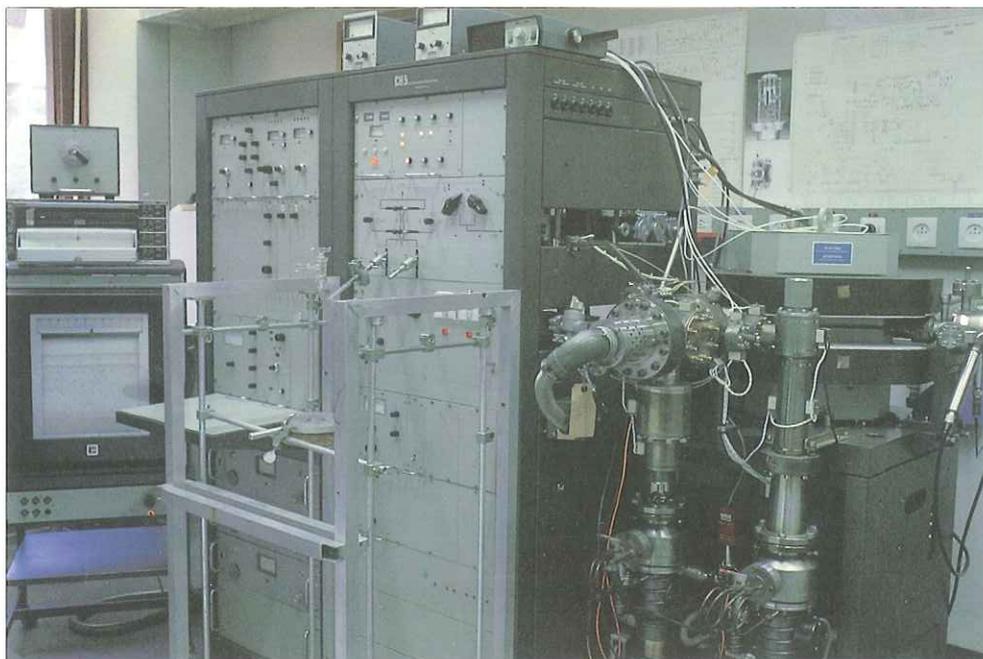
J. JEDWAB



LABORATOIRE DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE-BIOMECHANIQUE

D^r F. STAN-MOSORA
Sart Tilman, B.5 - B-4000 Liège
Tél. 041/56.16.48

Spectromètre de masse MAT CH5 pour déterminer les rapports isotopiques des isotopes stables du carbone



Dans le domaine océanologique, le laboratoire poursuit l'étude d'apports marins ou terrigènes (d'origine continentale) par l'analyse des isotopes douze et treize du carbone (^{13}C et ^{12}C). Le rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de la matière organique d'origine marine (donc de l'eau de mer) est différent de celui de la matière organique d'origine continentale (donc de l'eau douce). Ce rapport isotopique varie également avec la profondeur et d'une espèce à l'autre. Il fournit donc des informations très précieuses sur le milieu aquatique et ses interactions.

Dans le cadre d'une collaboration très élargie avec plusieurs universités belges et étrangères, de nombreuses analyses isotopiques de différents échantillons marins et côtiers sont effectuées avec grande précision au spectromètre de masse.

Spécialisé depuis une quinzaine d'années dans la spectrométrie de masse, le laboratoire applique cette technique dans d'autres domaines surtout médicaux et biologiques. Il s'intéresse :

- au transport de l'eau et des ions au travers des membranes de la cellule ;
- aux propriétés et aux phénomènes électriques au niveau des cellules et des tissus ;
- aux transferts d'énergie et de charge dans les biomolécules aux niveaux nucléaire et électronique ;
- à la distribution naturelle et au fractionnement des isotopes stables dans l'organisme vivant ;
- à l'utilisation des isotopes stables dans les études médicales et pharmaceutiques.

Principaux chercheurs :

Marcel LACROIX
Florentina STAN-MOSORA



MECANIQUE DES FLUIDES GEOPHYSIQUES — ENVIRONNEMENT

Prof. J. NIHOUL
Sart Tilman, B5 - B-4000 Liège
Tél. 041/56.13.50

Les sciences physiques de la terre forment la géophysique. Au sein de la géophysique, l'étude de l'atmosphère, des rivières et des mers constitue la mécanique des fluides géophysiques, une forme nouvelle des sciences naturelles, aux dimensions de l'homme du vingtième siècle.

L'avènement des grands ordinateurs et des puissants moyens de calcul, coïncidant avec l'apparition d'une approche originale issue de l'analyse des systèmes, a permis la concrétisation de cette nouvelle science de la nature qui est la *modélisation mathématique*. Son but, au-delà d'un inventaire stérile, est de comprendre les fonctions dynamiques de notre environnement et de prédire son évolution afin, tout à la fois d'en protéger l'homme et de le protéger de l'homme.

Les premiers grands travaux de modélisation, à l'époque du Programme National Environnement du Ministère de la Politique Scientifique, concernaient la *mer du Nord* et la *zone côtière belge* avec, pour objectif, l'établissement d'un *modèle général* décrivant les processus hydrodynamiques, physico-chimiques, zoologiques et écologiques.

Des études relatives à l'extension du port de Zeebrugge, à la protection de l'estuaire de l'Escaut et de l'arrière-pays contre les marées-tempêtes, ainsi qu'aux problèmes d'érosion et de sédimentation ont été ensuite réalisées. Ces modèles ont permis de

fournir les conditions hydrodynamiques nécessaires aux *calculs de dispersion de polluants, de nappes d'hydrocarbures, ou de taches thermiques*.

L'investigation de points plus spécifiques tels que la *génération d'harmoniques de marées* (Manche, mer de Chine) et les *processus à grande échelle* (plateau continental nord-européen), est actuellement en cours.

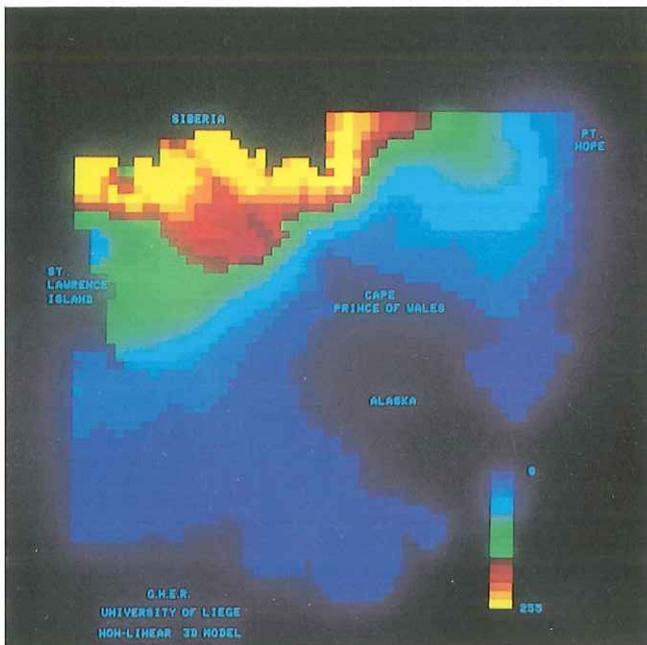
Le développement de *modèles tridimensionnels* fait l'objet d'une attention toute particulière et leurs premières applications intéressent l'Adriatique et la mer de Béring.

Un programme de recherche appliquée vise à *comprendre* et à *modéliser les échanges entre les couches supérieures de la mer et les basses couches de l'atmosphère*. Ces échanges, qui déterminent la réponse de la mer aux conditions météorologiques, jouent un rôle essentiel dans la *prévision des climats*.

Dans le cadre de collaborations internationales, la *dynamique de l'estuaire* du Sado (Portugal) et du *golfe* du Mexique, ainsi que le phénomène d'*upwelling* (remontée d'eau profonde) dans le golfe de Guinée et ses interactions avec la *problématique des pluies du Sahel* ont été largement abordés à l'aide de modèles mathématiques.

Une étude sur l'*hydrodynamique et l'écologie des fronts marins*, orientée vers la Méditerranée occidentale, la mer du Nord et la mer de Béring est menée conjointement par notre laboratoire et ceux des professeurs A. Distèche et J. Godeaux.

Modèle mathématique tridimensionnel de la mer de Béring: résultats d'une simulation numérique de diffusion-advection, dans la partie nord de la mer de Béring, d'une eau froide, chargée en éléments nutritifs, provenant d'une résurgence d'eau de fond près du cap Chukotski sur la côte sibérienne (code couleur ordinateur arbitraire pour la représentation)



Ouvrages marquants:

- J. NIHOUL (1982): Hydrodynamic models of shallow continental seas. E. Riga Ed., Liège, 198 pp.
- J. NIHOUL (1982): Hydrodynamics of semi-enclosed seas. Elsevier Publ., Amsterdam, 555 pp.
- J. NIHOUL (1983): Hydrodynamics of the equatorial ocean. Elsevier Publ., Amsterdam, 368 pp.
- J. NIHOUL (1984): Remote sensing of shelf seas hydrodynamics. Elsevier Publ., Amsterdam, 378 pp.
- J. NIHOUL (1985): Coupled ocean-atmosphere models. Elsevier Publ., Amsterdam, 767 pp.

Principaux chercheurs:

- Francis CLEMENT
- E. DELEERSNIJDER
- Salim DJENIDI
- Jean-Jacques HAPPEL
- Jacques NIHOUL
- François RONDAY
- Joseph SMITZ

BELFOTOP-EUROSENSE

Ir E. MAES
Rue J. Vander Veken, 158 - B-1810 Wemmel
Tél. 02/479.19.03

Plate-forme hovercraft spécialement équipée pour la réalisation de levés bathymétriques dans les zones peu profondes



© EUROSENSE

Belfotop-EUROSENSE est une firme privée qui s'est spécialisée en topographie, en photogrammétrie et en *télé-détection spatiale et aéroportée*.

Belfotop-EUROSENSE dispose de ses *propres avions* qui peuvent être équipés de *chambres de prises de vues* métriques (photos en couleurs et en infrarouge fausses couleurs) et d'un *scanner multispectral* digital couvrant le spectre visible (y compris l'ultraviolet et l'infrarouge) ainsi que l'infrarouge thermique. Un *radar latéral* équipe également un des appareils. Belfotop-EUROSENSE dispose en outre de son propre laboratoire de développement photographique, de matériel de restitution photogramétrique numérique, d'un banc de reproduction complet (y compris une presse quatre couleurs), ainsi que de *systèmes numériques de traitement d'images* permettant l'analyse et l'exploitation des enregistrements de télé-détection. Belfotop-EUROSENSE a également mis au point une plate-forme hovercraft (BEASAC) spécialement équipée pour la réalisation de *levés bathymétriques* à grande vitesse dans les zones peu profondes.

Les activités de Belfotop-EUROSENSE dans le domaine marin sont multiples :

- levés photogramétriques, *cubatures des plages* et étude de leur évolution ;
- contribution à l'étude du transport des sédiments par l'exploitation d'*enregistrements de télé-détection aéroportée* (photos et scanner multispectral) ;
- mise au point d'une plate-forme aéroportée IFR opérationnelle pour la *détection des nappes d'hydrocarbures en mer* (radar latéral, scanner infrarouge et ultraviolet, avec visualisation en temps réel à bord de l'avion (photos) ;

- réalisation de *levés bathymétriques* à grande échelle dans les zones côtières peu profondes et les passes de navigation ;
- exploitation des données de *télé-détection par satellites* (Landsat MSS et TM, CZCS, SAR).

Principaux chercheurs :

M. COLLEYE
F. CLAEYS
A. GROBBEN
A. LOFFET
S. DEPLAE
M. VAN OSTAEYEN
D. FRANSAER
J. SMEETS
V. FELTEN
C. STEINMANS



INSTITUT D'ASTRONOMIE ET DE GÉOPHYSIQUE GEORGES LEMAITRE

Prof. A. BERGER - D^r G. SCHAYES
Chemin du Cyclotron, 2 - B-1348 Louvain-la-Neuve
Tél. 010/43.32.97

Le climat est formé par l'ensemble des états des sous-systèmes suivants: atmosphère, hydrosphère (océans), cryosphère (glaciers, banquise), lithosphère (partie solide de l'écorce terrestre) et biosphère (ensemble des communautés d'êtres vivants à l'échelle planétaire). Ces cinq éléments interagissent de manière complexe, par l'intermédiaire du cycle de l'eau, par échange de matière (par exemple, le gaz carbonique) et par transfert d'énergie. Le climat se modifie continuellement suite à l'influence de causes externes telles que l'irrigation, la production industrielle de gaz carbonique et les facteurs astronomiques (taches solaires, variation de l'orbite de la terre), mais aussi par suite de modifications internes aux sous-systèmes dont les causes sont peu connues actuellement. La complexité des couplages existant entre les sous-systèmes rend extrêmement difficile et incertaine toute analyse empirique des fluctuations du climat. Tout progrès dans ce domaine implique l'amélioration de notre connaissance des climats du passé, une analyse quantitative des lois physiques régissant ces phénomènes et la construction d'un modèle mathématique traduisant leurs interactions et leurs évolutions.

Les travaux de l'Institut sont orientés vers la *construction de modèles mathématiques dont le but est d'expliquer les variations climatiques observées à moyen et à long terme* (par exemple, l'apparition et la disparition des calottes glaciaires). Dans ce but, plusieurs modèles intermédiaires ont été développés. Entre autres:

- un modèle de variations à long terme de l'insolation (théorie astronomique des paléoclimats);
- un modèle radiatif convectif;
- un modèle de bilan énergétique en latitude;
- *un modèle de couche de mélange océanique;*
- *un modèle de glace marine.*

Ces différents modèles intermédiaires sont utilisés pour la *mise*

au point d'un modèle global bidimensionnel (altitude-latitude) du climat.

Dans le domaine expérimental, l'Institut a participé en 1982 à l'expérience MEDALPEX, en mesurant les *échanges énergétiques entre l'air et la mer dans la baie de Calvi (Corse)* au moyen d'une bouée et d'un ballon captif.

Ouvrages marquants:

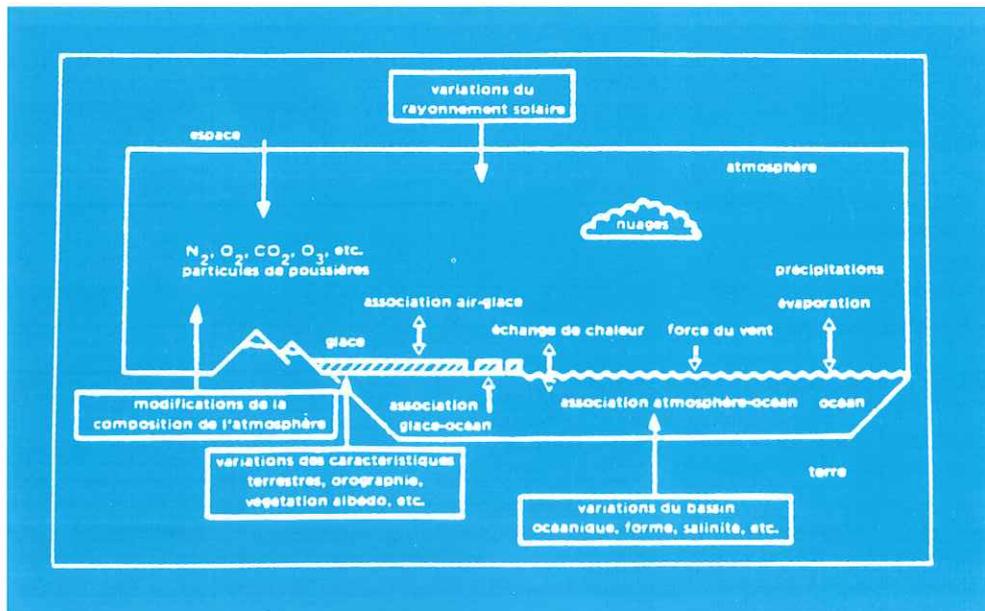
W. BACH, A. CRANE, A. BERGER and A. LONGHETTO (eds) (1983): Carbon Dioxide. A text on Current views and Developments in Energy/Climate Research. Proceedings of 2d Erice International School of Climatology (held July 1982), Reidel Publ. Company, 525 pp.

A. BERGER (ed.) (1981): Climatic Variations and Variability: Facts and Theories, NATO ASI, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 795 pp.

A. BERGER, C. NICOLIS (eds) (1984): New Perspectives in Climate Modelling. Proceedings of the EGS Symposium S14 (1982). Developments in Atmospheric Sciences, vol. 16, Elsevier Publishing Company, Holland, 403 pp.

Principaux chercheurs:

André BERGER
Thierry FICHEFET
Hubert GALLEE
Philippe GASPARD
Isabelle MARSIAI
Guy SCHAYES
Christian TRICOT
Jean-Pascal VAN YPERSELE





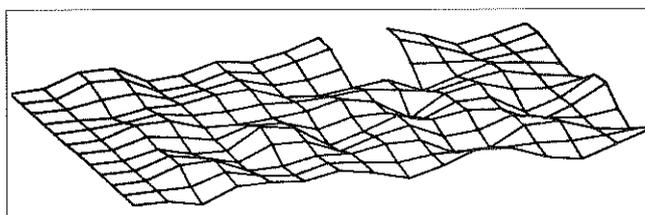
LABORATOIRES D'HYDRODYNAMIQUE, D'HYDRAULIQUE APPLIQUÉE ET DES CONSTRUCTIONS HYDRAULIQUES

Prof. N.M. DEHOUSSE, A. LEJEUNE, V. DE KOSINSKI

Quai Banning, 6 - B-4000 Liège

Tél. 041/52.01.80

1. Vue du nouveau bassin de carène (100 x 6 x 4 m, Sart Tilman)



2. Vue d'un plan tridimensionnel de vague à l'intérieur d'un port

Notre activité liée à la mer s'exerce dans plusieurs directions : la recherche fondamentale et appliquée, l'enseignement, les études ponctuelles pour l'extérieur, et les missions d'expertise.

Dans le domaine des *constructions navales*, des recherches sont entreprises sur la *navigation intérieure*, sur l'*informatisation complète du calcul des bateaux* (stabilité, structure, puissance, hélices,...) et sur la *construction et la technologie de bateaux spéciaux* (catamaran, bateau médical, bateau-usine), de *bateaux en polyester renforcé* et de *structures «off-shore»*.

De nombreuses études et missions d'expertise ou de formations sont réalisées pour l'extérieur : Angola, Bangladesh, Bolivie, Guinée, Indonésie, Seychelles, Tanzanie,... Elles concernent le calcul de bateaux ou de structures flottantes (ponton, porte,...) et l'étude de chantiers navals.

Dans le domaine des *constructions maritimes*, les études entreprises jusqu'à présent concernent surtout la *houle* :

- sa *déformation* au voisinage des *côtes* et sa *résonance* dans les baies et les *ports* ;
- son *action* sur les *structures flottantes* ou *fixes*.

Elles sont menées *expérimentalement* sur *modèles réduits*, *numériquement* sur *ordinateurs* et sont souvent comparées à des *mesures in situ* (Corse, Italie,...).

Ces recherches sont appliquées aux *structures «off-shore»*, aux *portes d'écluses flottantes*, aux *digues*, aux *ports*, aux «*barrières marées-tempêtes*»,... en Algérie, en Belgique, au Sud-Yemen,...

Actuellement, nos laboratoires développent entre autres :

- un *modèle hydrodynamique* de l'*Escaut* destiné à simuler en vue de la *faciliter*, la *navigation* des grosses unités maritimes vers Anvers ;
- une étude des *vibrations des structures* en mer sous l'action de la *houle*, du *courant* ou d'un *séisme*.

A Liège, deux «*bassins de carène*», dont un nouveau de cent

mètres de long en cours d'équipement, sont utilisés pour *des essais sur modèles (réduits)*. Le nouveau bassin sera équipé d'instruments de mesure très performants qui le rendront compétitif vis-à-vis des installations similaires en Europe.

Ouvrages marquants :

N.M. DEHOUSSE (1985): Les écluses de navigation. Edition L.H.C.H., 350 pp.

V. DE KOSINSKI (1973) : Contribution à l'étude du soutien du débit d'étiage des rivières. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Appliquées, Université de Liège.

S. GRILLI (1985): Etude expérimentale et numérique du comportement hydrodynamique de grandes portes flottantes automotrices pour écluses et barrières marées-tempêtes. Thèse de doctorat, Université de Liège, F.S.A., n° 99, 447 pp.

A. LEJEUNE (1972): Etude des efforts de manœuvre des portes busquées d'écluses. Thèse de doctorat, 1972, Université de Liège, 209 pp. Annales des Travaux Publics de Belgique n° 6 1971/1972 et n° 1 1972/1973, 69 pp.

J. MARCHAL (1981): Au sujet des théories relatives aux mouvements ondulatoires de la mer et de leurs applications. Thèse d'agrégation à l'enseignement supérieur, leçon publique, Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège, 1971, 66 pp.

Principaux chercheurs :

Robert ARNOULD
Nicolas DEHOUSSE
Victor DE KOSINSKI
Edmond ESKENAZI
René FONCK

Stephan GRILLI
André LEJEUNE
Jean MARCHAL
Séraphin RODRIGUEZ
Mouhazab SAHLOUL



LABORATOIRE DE BIOSÉDIMENTOLOGIE

D^r C. MONTY
 Place du Vingt-Août, 7 - B-4000 Liège
 Tél. 041/42.00.80

Mise à l'eau (Calvi) d'un robot sous-marin utilisé dans l'étude de certains fonds sédimentaires au-delà de cent mètres de profondeur



Créé grâce au Fonds de la Recherche Fondamentale et Collective dans le prolongement de l'expédition belge sur la Grande Barrière de Corail, le Centre d'Analyses Paléocéologiques et Sédimentologiques devint une entité autonome en 1976.

Initialement, il se préoccupa de *cartographies de fonds marins actuels, d'analyses des paramètres physiques et chimiques des sédiments ainsi que des liens existant entre types de fonds sédimentaires et types de colonisations biologiques*, ceci afin de dégager des systèmes de raisonnement naturaliste permettant d'affiner l'interprétation des bassins sédimentaires anciens et de leur contenu fossilifère.

Ce cheminement nous amena très vite à revoir l'approche classique selon laquelle les propriétés générales des sédiments sont directement liées aux paramètres physiques et chimiques du milieu marin ambiant. En effet, les recherches menées depuis vingt ans aux Antilles, en Australie, en mer Rouge, aux Bahamas, au Moyen-Orient, en Méditerranée et en mer du Nord nous conduisirent à imposer un nouveau paramètre, à savoir *l'importance des manifestations biologiques dans la gestion de tout ou partie des propriétés d'un sédiment*.

La *vie* apparaît de plus en plus aujourd'hui comme un véritable agent géologique aux potentialités particulièrement diversifiées et parfois très grandes. Ainsi certains organismes sont capables de perforer et d'éroder les roches apparemment les plus ingrates; d'autres, de produire par voie biochimique des accumulations considérables de sédiments (carbonates, oxydes, sulfures, sulfates, phosphates, voire aluminosilicates); d'autres encore, d'altérer totalement les propriétés physiques et/ou chimiques des sédiments en les broyant, en les perforant ou en en modifiant la cohésivité et en oxydant ou réduisant les éléments polyvalents

de certains minéraux, etc. Bien d'autres impacts pourraient être cités allant du transport de tonnes de sédiments par les poissons à la concentration par les microbes de divers éléments (chrome, or, uranium, cerium,...) dans les microporosités des grains de sable. Ici, l'étude des impacts microbiens est particulièrement importante puisqu'ils se poursuivent tant jusqu'au cœur des masses récifales que sous le fond marin jusqu'à des profondeurs de deux à trois mille mètres, où ils peuvent modifier les propriétés des réservoirs pétroliers ou des huiles qu'ils contiennent.

L'ensemble de ces recherches purement académiques au départ présente des prolongements sans cesse croissants dans le domaine appliqué avec lequel nous sommes de plus en plus amenés à travailler et à collaborer.

Ouvrages marquants :

- A. BOUMA, D. GORSLINE, C. MONTY, G. ALLEN (eds) (1980): *Shallow marine processes and products: an introduction*. Sedimentary Geology, Special issue, Elsevier, 26, n° 1/3, 279 pp.
 C. MONTY (ed.) (1981): *Phanerozoic stromatolites*. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, Berlin, 241 pp.

Film scientifique :

Un film long métrage: «Le Récif de Corail»

Principaux chercheurs :

- G. LANUIT
 J.M. MARION
 C. MONTY
 P. VAN LAER



LABORATOIRE DE GEOLOGIE DES ARGILES

Prof. J. THOREZ

Allée du 6 Août, Sart Tilman - B-4000 Liège

Tél. 041/56.98.11

Les argiles sédimentaires sont étudiées de manière systématique, au même titre que les fossiles, que ce soit dans les dépôts des océans actuels (pour lesquels on dispose de forages profonds) ou dans des séries sédimentaires anciennes, maintenant émergées et «continentalisées», mais nées dans des paléo-océans.

Comme «le présent est la clef du passé», le Laboratoire de Géologie des Argiles a été amené, voici quelques années, à aborder l'étude de séries sédimentaires récentes (qui vont du début du Tertiaire, il y a environ septante millions d'années, aux temps actuels). L'étude de ces séries établit l'ordre normal de superposition et l'âge relatif des minéraux argileux qu'elles contiennent et conduit à des reconstitutions des climats anciens. Par leur nature variée, leur abondance variable et leur succession dans le temps et l'espace, les minéraux argileux dévoilent :

- leurs origines, «parentales» et continentales;
- les altérations et les associations qu'ils ont subies dans l'air ou dans le sol;
- les conditions climatiques qui ont présidé à leur formation, à leur association ou à leur transport, ou autrement dit : les conditions climatiques qui régnaient sur les lieux de leur formation ou d'association.

Les minéraux argileux sont donc des auxiliaires précieux dans les approches pluridisciplinaires que développent la sédimentologie, la géomorphologie, la pétrologie, la palynologie, la paléontologie, la géochimie dans les reconstitutions dynamiques des bassins sédimentaires occupant les mers proches des continents et les océans.

Les techniques utilisées comprennent prioritairement la diffraction des rayons X, mais font également appel à la (géo)chimie, à la microscopie polarisante et électronique. Divers programmes, d'essence inter- et pluridisciplinaire, nationaux et internationaux, ont ainsi vu le jour ou sont en voie de développement. Citons :

- l'analyse des sédiments récents du Golfe de Tarente, commanditée par le Centre de Recherche italien et engageant la participation de plusieurs universités italiennes et celle de Liège.
- un programme similaire lancé par l'Université de Naples et s'intéressant aux sédiments récents de la baie de Naples. Ces sédiments comprennent plusieurs niveaux de cendres volcaniques émises par le Vésuve;

- une étude interdisciplinaire belgo-grecque où des sédiments alluvionnaires et d'origine continentale (sols anciens) alternent avec des sédiments à cachet marin (côte orientale de l'Attique). Ces alternances sont parfaitement retracées grâce aux argiles, s'identifient avec les variations du climat et reflètent les déformations auxquelles furent soumis les terrains de cette région au cours du Quaternaire. L'étude trouve son prolongement naturel, à l'échelle de la mer Egée, à l'occasion de trois sondages du Deep Sea Drilling Project.

- un programme interdisciplinaire «Mer du Nord» entend prochainement entamer l'analyse de sédiments récents et de suspensions argileuses de l'estuaire de l'Escaut et des fonds côtiers belges, à l'occasion des campagnes effectuées par le navire océanographique, le Belgica;

- le laboratoire de Géologie des Argiles compte prendre une participation, active mais ponctuelle, aux programmes internationaux «Deep Sea» et «Sea Level Changes» en mettant à la disposition des équipes nationales et internationales son expérience dans le domaine de la minéralogie et de la géologie des argiles et son «outil de travail», le diffractomètre de rayons X accordé par le F.R.F.C. dans le cadre du Collectif C.I.D.I.F. (Collectif Interuniversitaire de Diffraction aux sciences de la terre).

Ouvrages marquants :

A. BELFIORE, G. BONADUCE, J. THOREZ et al. (1981) : La sedimentazione olocenica ed attuale del Golfo di Tarento. Rapport C.N.R. italien sur les fonds marins, 204pp.

A. BELFIORE, J. THOREZ et al. (1982) : La sedimentazione recente del Golfo di Tarento (Alto Iono, Italia). Inst. Univ. Navale, Napoli, Ann. Facolt. Sc. Naut. Appendice 3, A1 II-L, 96 pp.

J. THOREZ (1975) : Phyllosilicates and Clay Minerals, G. Lelotte, Ed. 604 pp.

J. THOREZ (1976) : Practical Identification of Clay Minerals, G. Lelotte, Ed., 104 pp.

J. THOREZ (1985) : A Hydrolysis Index as a Tool in the Quantitative Appraisal of the Surficial Argillogenesis. Proceed. 1st Italian-Spanish Congr. «Clays and Clay Min.», Spec. Vol. Revista Bolognese «Mineralogica et Petrogr. Acta (sous presse).

Principal chercheur :

Jacques THOREZ



LABORATOIRE DE GEOMORPHOLOGIE ET GEOLOGIE DU QUATERNAIRE

Prof. A. PISSART
Place du Vingt-Août 7 - B-4000 Liège
Tél. 041/42.00.80

Dans le laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, la *géomorphologie littorale* est une des activités de recherche poursuivies depuis de nombreuses années. Les travaux en ce domaine sont menés *surtout en Méditerranée occidentale* et plus spécialement en Sardaigne et le long de la rive tyrrhénienne de la péninsule italienne.

Un des domaines d'intérêt du laboratoire concerne l'*érosion actuelle des plages*, problème capital lorsqu'on sait que, ces dernières décennies, plus de nonante pour cent des plages dans le monde sont en recul. Ce phénomène résulte d'une *élévation du niveau de la mer* (sans doute un à trois millimètres par an) et est accéléré localement par une *occupation intensive des littoraux* modifiant ainsi les équilibres naturels.

Un autre aspect des travaux du laboratoire concerne la *reconstitution des lignes de rivage* pendant les deux derniers millions d'années (le Quaternaire), à l'aide de la cartographie, de la datation de formes comme les terrasses marines, les falaises mortes, les encoches de corrosion... ou à l'aide de dépôts comme les «beach rocks», les éolianites... Ces reconstitutions permettent de montrer que la localisation actuelle du niveau de la mer n'est qu'un hasard géologique puisqu'il y a seulement vingt mille ans, il se situait vers moins cent vingt mètres et que, par contre, il y a cent vingt mille ans, il culminait à plus de dix mètres.

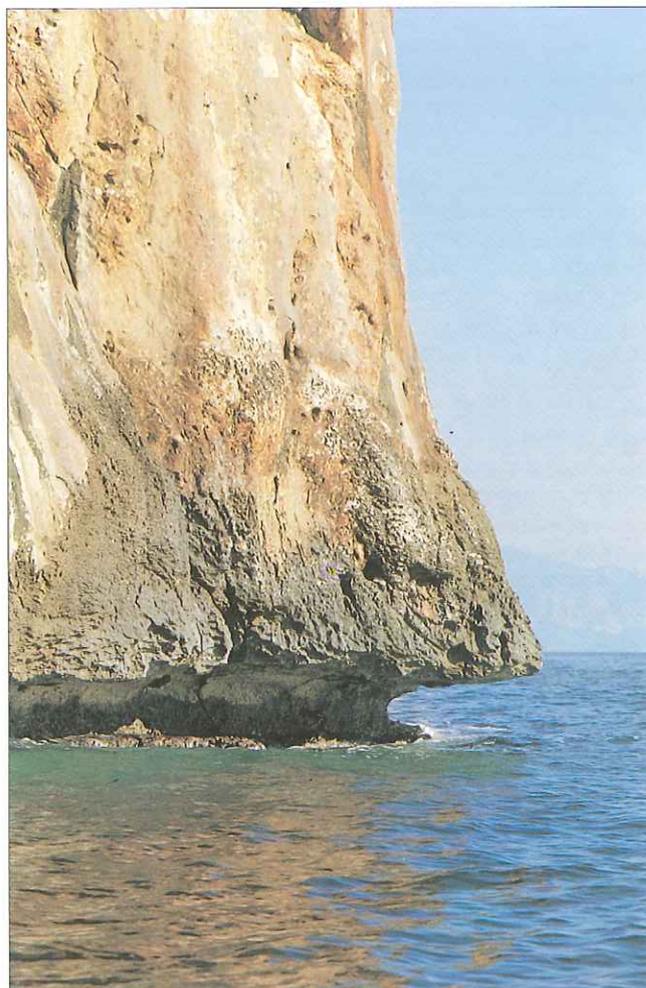
De telles fluctuations, qualifiées de glacio-eustatiques, résultent du *développement ou de la fusion de grandes calottes glaciaires* qui se sont constituées plusieurs fois au cours du Quaternaire. Ainsi, si les calottes glaciaires actuelles (Groenland, Antarctique) fondaient, le niveau de la mer s'élèverait d'environ soixante mètres.

Cette étude de la variation spatiale et altimétrique des témoins morphologiques des anciennes lignes de rivage permet d'apporter des données précieuses sur l'*activité néotectonique*, c'est-à-dire sur les soulèvements ou affaissements des secteurs littoraux. De telles informations sont indispensables, entre autres, pour le *choix des sites des centrales nucléaires* car celles-ci ne peuvent être installées que dans des endroits très stables où des mouvements du sol ne se sont plus manifestés depuis trois cent mille ans.

Signalons enfin que les succès de ces recherches sont le fruit de collaborations étroites entre notre laboratoire et nos collègues italiens des universités de Genova, Cagliari, Napoli ainsi que de l'Ente Nazionale per le Energie Alternative à Rome.

Ouvrages marquants :

G. DE MOOR et A. OZER (1985) : BELGIUM, pp. 353-358 in « The World's Coastline », édité par E.C. Bird et M.L. Schwartz. Publié par Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1069 pp.
A. OZER ET A. ULZEGA (1980) : Comptes rendus de l'Excursion-Table Ronde sur le Thyrrhénien de Sardaigne. Edité par le Laboratoire de Géomorphologie de l'Université de Liège et l'Istituto di Geologia de l'Università de Cagliari, 112 pp.



1. Encoche de corrosion actuelle développée dans des calcaires de Sardaigne orientale



2. Encoche de corrosion située à huit mètres de haut, témoin d'un niveau de la mer il y a cent vingt mille ans (Lazio méridional, Italie)

Principaux chercheurs

Alain DEMOULIN
Michel GEWELT
André OZER
Albert PISSART

PERSPECTIVES

1. UN PASSE PRESTIGIEUX

L'intérêt porté par les laboratoires de notre région à l'océanographie est incontestable et les aspects les plus divers de cette science sont abordés.

Cet intérêt pour les choses de la mer procède d'une tradition ancienne. Dès 1842, Pierre Joseph Van Beneden (1804-1894), professeur à l'Université catholique de Louvain, créait de ses deniers un petit laboratoire de biologie marine à Ostende, laboratoire que l'on s'accorde à tenir pour le premier du genre. Son successeur, Gustave Gilson (1859-1944) poursuivit son œuvre; il effectua un travail de novateur par ses observations nombreuses (en collaboration avec le Musée d'Histoire naturelle, le futur Institut royal des Sciences naturelles) sur la systématique des animaux du plancton et du benthos, sur la pêche côtière, sur les sédiments et sur les paramètres physiques (salinité, température, courants) de ce qu'il appela la mer flamande (1900). La Belgique lui doit d'être membre du Conseil international pour l'Exploration de la mer (C.I.E.M.) établi à Charlottenlund (Danemark) et la fondation de l'Institut de Recherches maritimes d'Ostende (1930).

De son côté, Edouard Van Beneden (1846-1910), professeur à l'Université de Liège, s'est aussi tourné vers la mer, maintenant un petit laboratoire à Ostende (1883) et envoyant ses élèves séjourner dans les stations de biologie marine (Bergen, Wimereux, Roscoff, Concarneau, Villefranche-sur-mer, Messine, Naples). Entre 1873 et 1876, le H.M.S. Challenger avait mené une gigantesque campagne océanographique. D'autres pays avaient par prestige imité la Grande-Bretagne. La Belgique organisa alors l'expédition antarctique du S.Y. Belgica (1897-1899) sous le commandement d'Adrien de Gerlache. Ed. Van Beneden avait appuyé ce projet de tout le poids de son autorité. Une équipe internationale de savants hiverna dans les glaces australes; le matériel recueilli et les observations de toute nature effectuées firent l'objet de plusieurs dizaines d'importants mémoires. En 1907, la Belgica eut l'insigne honneur de servir le Duc d'Orléans lors de son expédition scientifique dans l'océan Arctique; à nouveau de nombreuses publications virent le jour. Plus tard, le navire-école Mercator effectua des prélèvements au cours de ses croisières.

Paul Pelseneer (1883-1945), spécialiste mondialement connu de l'embranchement des mollusques, inventoria la faune du littoral belge et du Boulonnais et séjourna très souvent à Wimereux. Il enseigna quelque temps l'océanographie biologique à l'Université de Bruxelles.

Désiré Damas (1877-1959), élève et successeur d'Ed. Van Beneden, séjourna de 1904 à 1909 à la Station zoologique de Bergen (Norvège) que dirigeait Johan Hjort. Il devint assistant attaché à la Direction des Pêcheries de Norvège et Professeur à l'Institut océanographique de Bergen. Il est le premier océanographe belge au sens moderne. Ses travaux sur la biologie des copépodes de l'Atlantique nord et des gadidés (morue, églefin, merlan), leurs prédateurs, publiés par le C.I.E.M., sont restés classiques. Il organisa, en mai-juin 1922, une croisière sur le navire norvégien Armauer Hansen, dans la région comprise entre le Portu-

gal et le Maroc et les îles Açores et Madère. Le plancton récolté a fait l'objet d'une série de publications se rapportant à des groupes zoologiques variés. D. Damas érigea un petit laboratoire à Blankenberge (rasé en 1941) avec l'aide financière d'un mécène hutois, Juliette Delloye (1891-1964).

Marcel Dubuisson (1903-1971), successeur de D. Damas, avait effectué de nombreux séjours de recherche dans des stations biologiques aux Etats-Unis et en Europe. Il annonça ses intentions dans deux discours rectoraux: «Les portes s'ouvrent sur la mer» en 1953 et «La mer et les hommes» en 1969. Il organisa le premier colloque d'océanographie (Liège, 1958), fit construire l'Aquarium de l'Institut de Zoologie, qui s'est révélé un outil de recherche de premier ordre, lança l'expédition interuniversitaire et interdisciplinaire qui explora la Grande Barrière d'Australie (1967). Il fonda Stareso, Station de recherches sous-marines et océanographiques à Calvi (France). Cette station, très bien située dans une région non polluée et isolée, opérationnelle depuis 1971, reçoit chaque année de nombreux chercheurs belges et étrangers de toutes les disciplines océanographiques, participe aux campagnes internationales d'exploration du bassin occidental de la Méditerranée et jouit d'une excellente réputation internationale. C'est aussi à l'initiative de M. Dubuisson que s'ouvrit à Liège (1970) la Licence complémentaire en Océanologie qui connaît un réel succès, accueillant chaque année de dix à quinze étudiants belges et étrangers qui confirment la réputation internationale de la Belgique. Nos jeunes océanographes sont présents partout en Europe, en Afrique, en Asie, en Océanie, dans l'Antarctique, suivant la trace de leurs aînés.

Parallèlement, en 1975, à l'initiative du Professeur Jean Bouillon, de l'Université Libre de Bruxelles, était fondée sur l'île de Laing (Papouasie) la Station biologique Léopold III, consacrée à l'étude de la flore et de la faune indo-pacifiques. De son côté, l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique a contribué à l'expansion océanographique belge en organisant plusieurs expéditions, au large de l'Angola et du Congo (Mbizi 1948-1949) et dans l'Antarctique (1960-1961 et 1966-1967). L'Institut possède un département d'océanographie. Le Dr Eugène Leloup (1902-1981), Vice-président du C.I.E.M. (1954-1959) et Président du Comité atlantique de ce Conseil (1958), succéda à G. Gilson à la tête de l'Institut d'Etudes maritimes d'Ostende (1948), devenu le siège de l'I.Z.W.O. (Instituut voor zeewetenschappelijk Onderzoek) qui regroupe les océanographes néerlandophones. L'Institut royal des Sciences naturelles a entrepris voici peu un vaste programme de vulgarisation scientifique en installant de nouvelles salles d'exposition, en patronnant des conférences et en créant un centre d'information ouvert vers l'extérieur.

On ne peut s'étonner, devant tant de titres, que la Belgique ait été choisie comme pays pilote pour l'étude de la mer du Nord. Grâce au soutien financier du Comité Interministériel de la Programmation Scientifique (C.I.P.S.), un projet ambitieux a été mis sur pied avec pour but l'établissement d'un modèle mathématique de cette mer. Sous la direction de J. Nihoul (professeur aux universités de Louvain et de Liège, prix Francqui), plus de cent chercheurs et techniciens, appartenant à quelque soixante labo-

ratoires, y ont travaillé de 1970 à 1976. Le modèle mathématique, confié à une unité de gestion dépendant du Ministère de la Santé publique, permet de gérer et de surveiller efficacement la mer du Nord, une des mers les plus fréquentées et le plus susceptible d'être polluée du monde. Depuis dix-sept ans, se tient au mois de mai à Liège, le Colloque international sur l'hydrodynamique de l'océan. En septembre 1984, toujours à Liège, le Conseil de l'Europe a organisé une série de cours intensifs sur la modélisation et la gestion du système marin. En mars 1985, sous l'égide du Comité national belge d'Océanographie, s'est tenu à Bruxelles un colloque où furent présentées quelque soixante communications faisant le point des recherches océanographiques belges.

Rappelons enfin qu'à l'occasion du baptême du navire océanographique «Belgica», en octobre 1984, une exposition a présenté à Ostende, puis à Bruxelles, l'histoire de l'océanographie belge. Le succès rencontré par ces manifestations témoigne de la vitalité de cette science dans notre pays et de l'intérêt que lui porte le public.

L'exposition organisée à Liège et qui sera présentée dans les principales villes de la région francophone, a l'ambition de faire connaître au grand public la part jouée par la Belgique francophone dans l'océanographie mondiale.

Les plans de travail proposés par les divers laboratoires invités montrent que les recherches fondamentales s'allient aux applications pratiques et que les problèmes posés sont l'objet d'approches convergentes.

2. AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Les activités de nos laboratoires concernent principalement la mer du Nord et la mer Méditerranée, mais sont loin de s'y limiter. Des recherches sont aussi effectuées en mer Rouge, dans l'océan Indien et l'océan Pacifique, dans les mers polaires, mer de Béring et zone antarctique. Cette diversification n'implique pas une dispersion des efforts et des objectifs; au contraire, elle témoigne des moyens de nos laboratoires et des capacités de nos chercheurs et de leur intégration dans l'étude des problèmes océanographiques à l'échelle mondiale.

Le souci de concertation entre chercheurs, révélé lors de l'établissement du modèle mathématique de la mer du Nord, s'est concrétisé par la fondation en 1980 de l'Institut de Recherches marines et d'Interactions Air-Mer (en abrégé I.R.M.A.) qui regroupe la quasi-totalité des laboratoires francophones. Cette fondation nous incite à présenter une courte synthèse des activités de recherche présentes et futures de ces laboratoires.

C'est parce que ces activités s'inscrivent dans un contexte européen et mondial qu'il n'est pas étonnant qu'un territoire sans contact avec la mer en soit le siège. Il est indispensable que nos chercheurs — et ils ne s'en font pas faute — participent à l'effort général de l'Europe en matière d'océanographie, sous peine de dépendance scientifique et de dégradation de notre potentiel.

a) Océanographie chimique

Une des préoccupations essentielles des océanographes est la santé de la mer du Nord qui reçoit des apports de matières, solubles ou insolubles, de toute nature et d'origines variées, dont il importe de suivre la trace et de préciser le sort pour en apprécier l'impact sur le milieu. Une substance soluble dans l'eau douce ne l'est pas nécessairement dans l'eau de mer; elle peut réagir avec d'autres matières présentes, en absorber et les entraîner avec elle vers le fond. L'analyse de ces modifications, au sein de

la colonne d'eau comme du sédiment, impose une analyse poussée du comportement cinétique des minéraux et de leurs interactions avec des solutions aqueuses. La protection d'une mer commence par celle de ses tributaires fluviaux, ce qui explique l'intérêt porté au maintien de la santé du réseau de l'Escaut et aux processus microbiologiques d'épuration des eaux. La région francophone du pays est concernée par ces problèmes. Comme dans le passé elle consacre une énorme activité de recherche à ce secteur.

Les fleuves apportent les rejets organiques d'origine anthropique. Comme dans toute mer, l'activité bactérienne est déterminante dans la transformation, le recyclage, la biodégradation de ces substances en sels nutritifs; la présence en excès de ces derniers (eutrophisation) se répercute sur les populations algales côtières, altérant leur composition par pullulation ou disparition de certaines espèces. La connaissance parfaite de la systématique de ces végétaux est indispensable à la compréhension des altérations observées et à la reconnaissance des pollutions; les algues, par leur aptitude à concentrer les polluants, sont utilisables comme indicateurs. Certains métaux lourds (cuivre, zinc, cadmium), parfois en traces infimes, sont absorbés par les matières organiques et rejetés à la mer par les fleuves; les matières organiques sont alors décomposées par les bactéries et les métaux sont libérés. Les corps radioactifs, comme le technétium (^{99}Tc), sont étudiés au point de vue de leur cheminement et de leur accumulation dans la chaîne alimentaire. L'établissement d'un modèle mathématique permettra de prévoir les conséquences de déversements de ce radionucléide pour le milieu et donc pour l'homme. D'autres métaux lourds (plomb), captés par les argiles, finissent par sédimenter et leur sort dépendra des conditions locales, avec, pour conséquence, un retour plus ou moins important et rapide dans la colonne d'eau. Les traces et la nature des minéraux présents dans l'eau libre ou l'eau interstitielle ne peuvent être décelées que par des équipements très sophistiqués de prélèvement et de dosage qui assurent une très grande précision des mesures permettant de suivre la destinée de ces substances.

Les animaux possèdent de nombreux mécanismes qui leur permettent de piéger les métaux. Comme ces derniers peuvent atteindre des valeurs toxiques en raison de leur concentration dans la chaîne alimentaire, il en résulte une chute de la productivité par augmentation de la mortalité des espèces que nous consommons. Rappelons enfin qu'il faut de trois à cinq ans pour que l'eau de la mer du Nord, mer peu profonde, se renouvelle.

L'expérience acquise en mer du Nord, puis en Méditerranée a permis la collaboration à des programmes internationaux et l'extension du champ des activités de nos laboratoires.

Les sédiments ne sont pas des structures inertes, simples dépôts au fond des océans. Leur histoire est liée à celle du continent voisin et leur lecture apporte des informations variées. Les apports organiques terrigènes et marins se caractérisent par des rapports isotopiques différents des carbones ^{13}C et ^{12}C , ce qui permet de reconnaître leur origine dans un sédiment et de retracer l'histoire de ce dernier. A côté de microfossiles animaux, les sédiments renferment des grains de pollen, caractéristiques de la plante qui les a produits. L'analyse de ces grains permettra de tracer l'origine des sédiments, de reconstituer les végétations qui se sont succédé au cours des temps et, alliée à l'étude des microfossiles animaux, de reconstituer les climats qui ont prévalu au cours des âges géologiques.

Les sédiments abritent une flore et une faune variées susceptibles d'en modifier la composition soit par destruction de leurs constituants, soit par accumulation de squelettes de nature minérale, soit par concentration de corps métalliques dans les inters-

tices. A nouveau, le rôle des bactéries se révèle déterminant dans ces remaniements.

Les rivages sont l'objet de remaniements constants. Le réchauffement de la terre a entraîné une montée des eaux (un à trois millimètres par an), par suite de la fonte des calottes glaciaires et l'érosion des plages. Le développement industriel de ces dernières décennies avec sa consommation de combustibles fossiles (charbon, pétrole) a accru la libération de gaz carbonique (CO_2) dans l'atmosphère. Si cet excès croissant de gaz carbonique cessait d'être fixé par l'océan, un effet de serre caractérisé par le réchauffement et la fonte des glaces éternelles, se manifesterait. La montée des eaux pourrait être de soixante mètres et Liège deviendrait port de mer!

Le repérage de zones littorales très stables est indispensable à l'édification des centrales nucléaires à l'écart des régions où des phénomènes telluriques ont été observés. Ceci implique une étude des profils actuels et anciens des côtes, ainsi qu'une recherche soigneuse de la datation de leurs enfoncements et exhaussements successifs.

Les sédiments des régions profondes des océans sont aussi le siège d'une activité bactérienne intense qui achève la biodégradation des matières organiques apportées par la pluie des cadavres provenant des couches superficielles. Les squelettes carbonatés des animaux du plancton (foraminifères) se dissolvent et disparaissent. Les sels nutritifs sont alors ramenés en surface en quelques zones privilégiées, comme celle étudiée au large de la Corse, en mer de Ligurie.

Les conditions physico-chimiques en profondeur sont particulières et leur étude a été entreprise. La nature et la genèse des nodules polymétalliques, des dépôts des sources hydrothermales profondes et des saumures chaudes métallifères de la mer Rouge, sont également étudiées en collaboration avec diverses institutions étrangères. La composition des effluents hydrothermaux et des saumures a été analysée et les résultats permettront de décrire les conditions physico-chimiques régnant dans les basaltes sous-océaniques et de mieux comprendre la structure des fonds marins cachés ou non par les sédiments.

b) Océanographie physique

La frontière entre les couches supérieures de la mer et les couches inférieures de l'atmosphère correspond à septante pour cent de la superficie globale. Elle est le siège de phénomènes importants (tels que transfert d'énergie, échange de CO_2), variables selon les latitudes et différents des échanges terre-air.

Ces interactions, complexes en raison du grand nombre de variables concernées, conditionnent le climat et indirectement notre mode de vie. Tout le monde connaît les prévisions météorologiques à court terme. Mais la capacité de prévoir le climat à long terme (un an sinon plus) permettrait de gérer l'agriculture mondiale, de déterminer les zones favorables, de choisir les espèces à cultiver et d'éviter des famines. Plus prosaïquement, cela faciliterait le choix du moment et de l'endroit où prendre ses vacances.

L'approche des phénomènes est faite grâce à des modèles mathématiques impliquant un grand nombre de données. Les expériences Apex et Medalpex se sont intéressées, d'une part à l'influence d'une chaîne de montagnes (Alpes) sur le climat et la circulation atmosphérique, d'autre part aux phénomènes océanographiques soumis à des conditions atmosphériques extrêmes en Méditerranée et en Adriatique. Ont été utilisés pour ces expériences, des navires, des stations et bouées météorologiques, des ballons-sondes, des satellites d'observation à haute altitude au service d'équipes interdisciplinaires.

L'analyse des systèmes, facilitée par les moyens modernes de calcul, a conduit à la modélisation mathématique dont un des premiers exemples est le modèle de gestion de la mer du Nord où ont été intégrées des données physiques, chimiques et biologiques. La modélisation est devenue un outil indispensable pour l'étude des problèmes d'hydrodynamique les plus divers: construction d'un môle, protection d'un estuaire, transport des sédiments, conséquences de rejets d'hydrocarbures..., recherches aussi fondamentales que la relation entre les résurgences des eaux profondes dans le golfe de Guinée et la problématique des pluies au Sahel.

La réalisation des ouvrages d'art nécessite aussi des études poussées sur l'influence de la houle et des vagues au niveau des structures portuaires, des constructions «off-shore» (plates-formes), des barrières anti-tempêtes, des môles...

c) Océanographie biologique

L'étude du plancton a été entreprise au triple point de vue de la systématique, de la production de la matière organique et du transfert de celle-ci, ainsi que celui de l'énergie, à travers la chaîne trophique. La matière organique est synthétisée par le phytoplancton à partir d'éléments inorganiques (H_2O et CO_2) en présence de chlorophylle excitée par les radiations lumineuses. Cette synthèse est particulièrement importante au niveau des remontées d'eaux profondes riches en sels nutritifs. Les zones d'affrontement entre eaux de qualités différentes (upwellings-estuariens) sont des zones de haute productivité qu'il convient de protéger et de gérer. La matière organique nouvelle peut dériver au travers de la chaîne trophique, par le jeu des courants, jusqu'à de grandes distances. Et la pêche se fait alors très loin de la zone de production. L'étude de ces phénomènes relève de l'écohydrodynamique.

Les côtes jusqu'à 60 m de profondeur sont tapissées par un revêtement d'algues (fucus, laminaires, etc.) et de phanérogames (zostères, posidonies) qui servent de support ou d'abri aux animaux vivant sur le fond ou à proximité et qui sont souvent associés en communautés. Ces dernières sont influencées par les conditions du milieu (présence et force des courants, charge en sédiments et propreté des eaux, teneur en O_2 etc.) et par la compétition entre espèces. Certaines éponges colonisant les substrats, grâce à des substances chimiques toxiques qui éliminent ou écartent les concurrents, il est possible d'étudier la vitesse et la nature de la colonisation de substrats vierges. La synthèse de matière organique (protéines, chitine...) est alors estimée au moyen de techniques fines (microdosages). Parallèlement, les séquences de la dégradation de cette matière organique, présente dans les squelettes calcifiés de mollusques et de crustacés, par des organismes décomposeurs et colonisateurs variés (bactéries, algues, éponges...) sont suivies, avec le souci d'intégrer ces mécanismes aux grands cycles géochimiques.

Dans l'Indo-Pacifique, où les études poussées sont plus récentes (Iles Maldives, Papouasie Nouvelle-Guinée), la prospection faunistique des sites est à l'ordre du jour, tant pour les végétaux que pour les animaux qu'il convient de décrire, de comparer et de situer dans leur milieu. Les mers tropicales diffèrent des mers tempérées par des peuplements plus diversifiés en espèces mais moins fournis en nombre d'individus. Le laboratoire de l'île Laing est le siège d'une intense activité de recherches et un journal international, l'«Indomalayan Zoology», a d'ailleurs été créé en 1984.

Les animaux herbivores, carnivores, détritivores ou microphages (mollusques, crustacés, poissons) complétant la nourriture des hommes, il est indispensable de connaître la biologie des diverses espèces et leurs interactions complexes. Cela implique une

étude poussée de la systématique morphologique et biologique, de l'embryologie et de la vie larvaire, des modes et des moyens de nutrition, de la pathologie.

Les animaux — y compris l'homme — développent des stratégies qui leur permettent de satisfaire à leurs besoins essentiels : nutrition, défense, reproduction, communication avec les congénères. Les stratégies comportementales — c'est-à-dire les voies et les modalités spécifiques de réponse aux sollicitations de l'environnement — sont aussi fonction des potentialités morphologiques, physiologiques et biochimiques de l'espèce. Elles reflètent aussi la capacité de l'espèce à adapter ses stratégies aux modifications du milieu, et donc à évoluer. Seule la connaissance précise des comportements permettra une gestion intelligente des ressources marines, l'homme n'ayant que trop tendance à jouer les apprentis sorciers. Pour ce genre d'études, l'aquarium de l'Institut Van Beneden s'est montré un outil très performant, en per-

mettant de compléter les observations faites sur le terrain. Le mode de vie des poissons se reflète dans leur morphologie, principalement au niveau de la tête. La morphologie fonctionnelle s'est fixé comme but la comparaison des structures céphaliques et de leurs adaptations fonctionnelles aux conditions régnant dans le milieu ambiant, chez des espèces voisines ou non. La comparaison des protéines intervenant directement (myosines) ou indirectement (parvalbumines) dans la contraction musculaire a conduit à un arbre généalogique des espèces fondé sur la biochimie. De nombreux poissons (et des invertébrés, crustacés et mollusques) des profondeurs sont munis d'organes lumineux, les photophores, dont l'activité est sous la dépendance du système nerveux et dont le rôle reste encore mystérieux. L'analyse du fonctionnement des photophores a révélé des différences dans la consommation d'oxygène et l'utilisation de l'énergie cellulaire selon la profondeur d'origine des animaux.

Par cette présentation assez condensée et peut-être très technique, nous avons tenté de justifier aux yeux du grand public la nécessité de soutenir et de développer l'océanographie.

Notre région se doit de jouer un rôle important dans le concert des nations et sans commune mesure avec son étendue. Ce ne sera possible que si nous formons du personnel scientifique et technique hautement qualifié.

Les Belges ont su depuis toujours s'imposer sur la scène internationale grâce à leurs capacités et à leur travail.

A l'aube de la révolution technologique qui annonce le XXI^e siècle, il importe qu'on nous accorde les moyens de préparer une telle élite et d'être à même de répondre présents.