REVUE de la FONDATION OCEANOGRAPHIQUE RICARD

ILE DES EMBIEZ - VAR - FRANCE N° 4 - 1980

ISSN 0243-6663

LA MER ET L'ENFANT

La mer, avenir de l'homme?

La prise de conscience des adultes de demain

Revue de la Fondation océanographique Ricard

N° 4 - 1980

Sous le patronage de la Fédération française des clubs U.N.E.S.C.O. et de la Fondation océanographique Ricard, avec la participation d'écoles de l'académie de Nice et de l'association « Aide à toute détresse », une exposition sur le thème « La mer et l'enfant » est présentée à l'île des Embiez du 19 au 30 mars 1980
L'auteur du dessin est un élève du C.E.S. « Les Sablettes », à La Seyne-sur-mer, Patrick Cleder (voir page 49).

« Que sont les siècles pour la mer ? », par Jean-Charles Arnaud 1

POLLUTION ET PROTECTION DE LA MER

Sauver l'eau et la mer, par Roland Nungesser 3

Les rapports de la mer avec la civilisation - les navires - la pollution, par Alain Bombard 6

Action de nuisances humaines sur l'infralittoral méditerranéen, par Nardo Vicente 9

L'aménagement des plages artificielles du Mourillon, rade des Vignettes à Toulon, par Jean-Marie Astier, Alain Castel, Philippe Tailliez et Jean Tiné 14

Le déchet : déchéance ou sapience, par Françoise Cleac'h et Jean Portier 24

DOSSIER

De la pêche artisanale à l'aquaculture, par Félix Ortolan 27

ÉTUDES ET RECHERCHES

Iles volcans - Ambrym, par Haroun Tazieff 34

Quand toute la forêt aura brûlé, il n'y aura plus d'incendie, par André Hourcastagné 36

Enzymologie des sédiments, par Jean Brisou 40

Les recherches scientifiques de la Fondation océanographique Ricard et leurs perspectives d'avenir 43

EXPOSITIONS

« Habiter la mer », « La mer et l'enfant » 49

* * *

L'archéologie sous-marine, par Jean-Pierre Joncheray 50

* * *

Une tortue-luth aux Embiez, par Nardo Vicente et Patrice Murgia 54

Auteurs des photographies de ce numéro : ASTIER (Toulon) ; BRISOU (Toulon) ; CRISTIANI (Marseille) ; CROUSSE (Marseille) ; DODERO (Six-Fours) ; ECOMAIR (Toulon) ; ESCOUBET (Six-Fours) ; FRASSON (Marseille) ; HOURCASTAGNÉ (Toulon) ; JONCHERAY (Fréjus) ; MAITRE-ALLAIN (Paris) ; MARTIN (Arles) ; SEGUI (Marseille) ; Service photos Ricard (Paris) ; TAZIEFF (Paris) ; VICENTE (Marseille) ; X... (Paris).

Maquette : Studio Michel BRUN - (Aix-en-Provence).

FONDATION OCEANOGRAPHIQUE RICARD

Siège social
Aquariums - Musée
Ile des Embiez - Le Brusc
83140 Six-Fours-les-Plages
Tél. : (94) 25.02.49

Direction
Services administratifs
Rédaction
81, bd Anatole-de-la-Forge
13014 MARSEILLE
Tél. : (91) 98.91.45
98.12.74

Directeur de la publication :
Jean-Charles ARNAUD

La Fondation océanographique Ricard est une association régie par la loi de 1901. Recherche fondamentale et appliquée, actions en faveur de l'écologie marine, contribution à la formation et à l'information du public : tels sont ses buts et ses activités essentiels.

Dans le domaine de l'aquaculture, ses chercheurs étudient, à l'île des Embiez, la reproduction, la croissance, l'alimentation et la protection d'espèces marines. Ils participent à la lutte contre la pollution en menant des travaux sur la contamination des chaînes alimentaires par les micropolluants tels que les métaux lourds et les pesticides. La microbiologie constitue également une part importante de leurs activités. Ils effectuent des expériences de dégradation naturelle des hydrocarbures par les bactéries. Ces travaux sont réalisés en liaison avec d'autres laboratoires et organismes principalement sous l'égide du Centre national pour l'exploitation des océans.

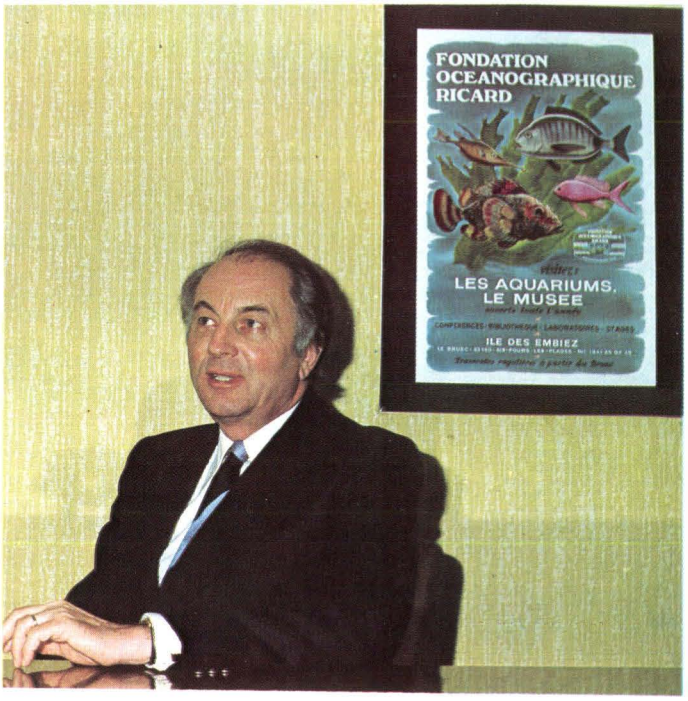
Par la diffusion de ses études, par ses actions, la Fondation agit pour la protection des sites tels que la lagune du Brusc, l'archipel des Embiez, les hauts-fonds de grande production.

Elle accueille des étudiants pour des stages en vue de préparer une thèse, un mémoire. Elle mène des actions de formation en direction du corps enseignant et du grand public, dans le but de permettre, d'approfondir ou de compléter une formation ou de s'initier à la connaissance du milieu marin en biologie, microbiologie et aquariologie.

L'information a pour supports les visites de l'aquarium méditerranéen et du musée, les conférences publiques estivales, les causeries destinées aux groupes et, en particulier, aux scolaires, ainsi que les publications de la Fondation.

"Que sont les siècles pour la mer?"

par Jean-Charles Arnaud



Pourquoi reprendre ce titre d'un récent roman* de Max Gallo, éminent historien, mais également auteur de plusieurs œuvres romanesques dont Nice constitue tout ensemble le décor et le personnage principal?

Voilà de nombreuses années que fut engagé le débat sur la mer et sa survie. Notre ami Alain Bombard ou le commandant Cousteau, parmi d'autres, ont largement contribué à la prise de conscience d'un problème que seule résoudra une entente internationale.

Nul ne le conteste, le grand bouleversement des équilibres naturels trouve son origine dans la révolution industrielle du siècle dernier. Alain Bombard le rappelle toujours qui précise : l'homme fabrique des produits non dégradables qui n'entrent plus dans le cycle, qu'avant Lavoisier, Marc-Aurèle, au début de notre ère, décrit ainsi : *" La nature transforme en son sein tout ce qui semble se corrompre, vieillir, devenir inutile et, de cela même, elle en fait derechef d'autres choses nouvelles. "*

Les produits dégradables eux-mêmes font l'objet d'une telle accumulation qu'ils en deviennent parfois aussi dangereux. Il arrive que l'activité humaine entraîne également de véritables catastrophes pour ne pas dire des crimes contre la nature. Sans parler des accidents qui ont nom *Torrey Canyon*, *Ekofisk* et autres *Amoco Cadiz*, que dire des risques d'actes terroristes, voire de guerre?

Alors les cris d'alarme s'amplifient. Alors les gouvernements prennent, parfois contre leur gré, les décisions indispensables à la sauvegarde de la mer. C'est le Plan bleu pour la Méditerranée; c'est la conférence de Barcelone; c'est pour la France, un cahier des charges très strict imposé avec succès au complexe industrialo-portuaire de Fos. Parfait, nous sommes sur la bonne voie! Même si le temps nécessaire pour atteindre des résultats positifs est, hélas! parfois très long, l'espoir renaît dans le camp des apôtres qui se préoccupent avant tout de la qualité de la vie, de l'avenir même de cette vie sur notre globe.

Mais voici qu'apparaît un autre danger, dénoncé par le professeur Roger Molinier. Tout autour de la Méditerranée, nombre de pays dits en voie de développement possèdent d'immenses richesses énergétiques. Elles leur permettent de satisfaire leur très légitime désir d'offrir le travail indispensable à des populations en expansion rapide en créant des industries qui leur donnent aussi la possibilité de jouir d'une plus large et plus réelle indépendance économique. Nul ne saurait le leur reprocher.

Et comment, de même, leur en vouloir d'installer ces industries aux endroits accessibles facilement, aux moindres frais, là où existe déjà une main-d'œuvre surabondante, c'est-à-dire en bord de mer? Et comment s'élever contre le souci quasi inexistant dont ils témoignent quant aux répercussions sur la nature? Nos pays hautement industrialisés sont passés par là!

La mal paraît-il cependant nécessaire? Nous ne le croyons pas, bien évidemment. Alors? En premier lieu, une concertation internationale s'impose d'urgence, assortie d'une aide technique et, pourquoi pas? financière, à ces jeunes Etats. Ce sera, de toute manière, moins cher payer que de réparer, si c'est encore possible, une catastrophe écologique qui pourrait atteindre une vingtaine de pays méditerranéens.

En second lieu, il faut informer toujours plus, et sérieusement, le public dont l'opinion contribue largement à l'adoption des décisions.

* Robert Laffont, éditeur-Paris 1977

Cette opinion, les enfants d'aujourd'hui la feront demain et vers eux doit être mené un effort tout particulier de sensibilisation.

Pour ces raisons, la Fondation océanographique Ricard, tout en continuant et développant ses recherches dans le domaine scientifique dont les moyens seront augmentés par la création de nouveaux laboratoires, la Fondation a décidé de lancer de nouvelles actions en 1980, dont elle a pris l'initiative ou bien auxquelles elle apportera un concours notable : l'exposition *Habiter la mer,* avec le Centre d'architecture de la mer et de l'espace de Jacques Rougerie ; l'exposition *La mer et l'enfant*, organisée avec la collaboration d'enseignants ainsi que d'animateurs de clubs UNESCO, qui aura pour but de traduire ce que pensent les jeunes de France, de Côte-d'Ivoire, du Japon, de Djibouti et d'ailleurs ; pour les adultes, la croisière *Mers et civilisations* de la compagnie Chandris, durant quinze jours en Méditerranée, accueillera, outre l'exposition *Habiter la mer,* des conférenciers comme Yves La Prairie, Roger Molinier, Jacques Rougerie et Nardo Vicente.

***

"Que sont les siècles pour la mer ? "

Beaucoup et peu de choses, tout à la fois.

La mer a toute l'éternité devant elle et les conséquences des marées noires paraissent, dans l'ensemble, être *"réparées"* plus vite qu'on ne pouvait le craindre.

Mais on ne saurait être optimiste à si bon compte : les dangers se multiplient, gagnent en gravité. Le temps s'avère de plus en plus précieux. S'il suffit de moins d'une génération pour causer des dégâts immenses, ceux-ci risquent désormais, et de plus en plus, d'exiger plusieurs décennies pour être compensés.

On peut compter sur les enfants pour que les erreurs d'hier et d'aujourd'hui ne soient pas répétées ; à condition qu'ils soient informés, préparés à agir conformément au bon sens retrouvé. La Fondation océanographique Ricard continuera, pour sa part, à œuvrer dans cette direction.

J.-C. Arnaud

Pétroliers et bassin de décantation, à Fos.

Sauver l'eau et la mer

par Roland Nungesser

Nous sommes particulièrement heureux de publier cet article de M. Roland Nungesser, président d'honneur de la Fondation océanographique Ricard depuis 1966, lorsque l'association fut créée.

Ce seul titre aurait, à lui-même, suffi. Mais on sait, et on le lira par ailleurs, que M. Nungesser s'est préoccupé de la mer depuis très longtemps, qu'il est président-fondateur du Conseil national de la navigation de plaisance et des sports de l'eau.

Il vient, en outre, d'organiser et d'animer un premier colloque sur les problèmes de l'eau, qui constitue le thème du présent article.

La France est riche en eau. Fait paradoxal, elle n'est pas pour autant à l'abri d'une éventuelle pénurie, non pas en quantité, mais en eau de qualité.

Contre la pollution chronique qui dégrade l'eau des fleuves et de la mer, des mesures ont déjà été prises, d'autres méritent de l'être, avant qu'il ne soit trop tard. Car des actes d'incivisme, d'égoïsme suicidaire viennent chaque jour réduire le « confort de la collectivité » au profit d'intérêts privés.

Pourtant, les aspects les plus graves, les plus sérieux ont déjà été soulevés, puis oubliés, volontairement ou non.

C'est pourquoi les responsables politiques, administratifs, industriels et écologiques doivent tout mettre en œuvre pour solder les « hypothèques écologiques » qui menacent notre monde.

A cette fin, le Cercle d'Etudes et de Rencontres Liberté et Humanisme (C.E.R.E.L.-H) a organisé le 31 janvier dernier, à Nogent-sur-Marne, un vaste colloque pour placer face à face l'opinion et les responsables concernés. Parmi eux, le Président Arnaud, le Professeur Vicente et le Docteur Bombard, que je remercie vivement pour les témoignages et les réflexions passionnantes qu'ils ont livrés au public.

Douze questions-clés ont été présentées : souvent posées mais jamais résolues, elles devront déboucher très vite sur la volonté formelle des responsables publics de leur trouver des solutions tangibles faute de quoi, la santé et la sécurité des citoyens risquent d'être gravement menacées.

Voici les 12 questions fondamentales :

- 9 concernent des aspects spécifiques de la pollution des eaux fluviales,
- 3 la pollution de l'eau de mer.

1. Dissuader les pollueurs

Créées il y a maintenant 15 ans, les Agences financières de bassin constituent la police et la médecine de la lutte contre la pollution.

Paradoxalement, plus les industriels polluent, plus les Agences de bassin ont des moyens financiers pour lutter contre les pollutions grâce aux amendes versées par les industriels.

De ce fait, on peut se demander si l'intérêt des Agences de bassin n'est pas plutôt de punir que de prévenir.

Contraindra-t-on enfin bientôt les entreprises à ne plus polluer ?

Depuis les contrats de branche, les pollutions dues aux rejets industriels ont diminué. De graves contaminations subsistent néanmoins comme celle par le mercure dans le Rhin, le Rhône et la Seine, dont on préfère ne pas parler. La redevance moyenne sur la pollution de l'eau, demandée aux industriels responsables est toujours égale au tiers du coût de l'épuration. Tant que durera cette situation, il sera toujours plus avantageux pour eux de continuer à polluer en payant la redevance. Une augmentation suffisante de cette taxe apparaît souhaitable, comme l'établissement de mesures préventives qui devront être intégralement acceptées.

2. A chacun son eau

La France saura-t-elle un jour offrir sélectivement, à chacun son eau ?

Quand y aura-t-il en France une eau pour les consommateurs et une eau pour les industriels ?

Les bassins d'aération de la station d'épuration d'Annecy qui a permis le sauvetage du lac.

Nous n'utilisons que 50 % des eaux souterraines à des fins alimentaires, ce qui nous place au 9e rang en Europe. En revanche, ces eaux sont utilisées pour l'industrie et l'irrigation. Il serait plus logique de réserver l'eau souterraine à l'alimentation et, de protéger efficacement les périmètres de captation des eaux, qu'ils soient immédiats, rapprochés ou éloignés, même si cela représente de fortes contraintes. Les eaux de surface seraient alors réservées à l'industrie qui n'a pas les mêmes exigences sur le plan qualitatif. On pourrait aussi brancher les réseaux d'eau industrielle à l'aval des stations d'épuration.

3. Chlore et cancer

En 1977, dans un rapport intitulé S.EAU.S, le groupe Paul-Emile-Victor révèlait en France que : **l'eau de consommation, fortement javélisée contient des substances cancérigènes. Tels sont les résultats d'une enquête réalisée à la Nouvelle-Orléans, aux Etats-Unis. La France s'est-elle penchée sur le problème ?**

L'eau potable, en particulier celle qui est abondamment « nettoyée » à l'eau de javel, contient des micro-composants chimiques cancérigènes.

A la Nouvelle-Orléans où l'eau est très chlorée, on a recensé trois fois plus de cancers de la vessie que dans l'Alabama. A la suite de ces constatations, l'Agence fédérale américaine a ordonné une enquête à l'échelle nationale sur ce problème. On aimerait, en France, connaître ces conclusions, mais aussi les normes comparées de chloration et les éventuels risques encourus tant au niveau des adultes, que des nourrissons.

4. Le diopole de l'eau

l'eau est trop chère, pourquoi ?

L'observatoire des charges locatives, créé par le plan construction, à l'initiative de la commission Delmon a relevé que le prix unitaire du mètre cube d'eau varie dans des proportions de 1 à 30 (de 0,122 F à 3,535 F) dans des ensembles immobiliers de nature identique.

En outre, si le service de l'eau n'est pas en régie directe, le prix est fixé d'après le traité de concession ou d'affermage. Gratuit (pour une source, une fontaine publique, dans les pays de montagne par exemple), ce prix atteint jusqu'à 29,18 F le mètre cube dans l'Ile de Porquerolles !

Deux grandes entreprises, la Compagnie générale des eaux) (CGE) et la Société lyonnaise d'exploitation des eaux (SLEE) se partagent la distribution de l'eau potable. Ce « diopole » vend 83,5 % du volume des eaux. Ces deux sociétés ont en outre, créé de nombreuses filiales comme Pont-à-Mousson qui fabrique des conduits. Ces sociétés ayant intérêt à utiliser des eaux de surface font de grandes canalisations, d'importants barrages de retenue. On alimente des villes lointaines par des kilomètres de tuyaux. Y compris là où, comme le recommande le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), on pourrait creuser directement dans la nappe phréatique. Résultat : l'eau privée est de 25 à 30 % plus chère que celle distribuée par les collectivités. Cet empire sur l'eau, bien public, est anormal. Une nationalisation ou une régionalisation de la distribution de l'eau la ramènerait à un juste prix. Le problème mérite débat.

5. L'exploitation abusive de l'eau souterraine

Bien appartenant à la collectivité, tout autant que ses fleuves, lacs, et rivières de surface, les eaux souterraines sont partagées entre quelques grosses compagnies qui exploitent les citoyens consommant les eaux, (y compris en cas de besoin pour raison de santé).

Un service public pour les eaux minérales est-il envisageable ?

75 % des Français boivent des eaux minérales qui sont 1 000 fois plus chères que l'eau d'adduction. L'eau minérale n'est rien d'autre qu'une eau souterraine, comme celle du robinet.

Pourquoi avoir accordé à des particuliers l'autorisation de forer et de la vendre très cher ? C'est une situation anormale.

6. Pollution agricole

On entend souvent dire que les agriculteurs dosent mal leurs engrais et provoquent aussi, localement, de graves pollutions.

Une réglementation de l'utilisation des nitrates est-elle prévue ?

Les engrais chimiques, en particulier les nitrates, souvent utilisés à des doses très importantes dans l'agriculture, contaminent les eaux des rivières et, fait plus grave encore, des nappes souterraines. La pollution par ces engrais atteint déjà un seuil inquiétant dans des régions comme le bassin Seine-Normandie. Les nitrates, rappelons-le, peuvent être responsables de l'eutrophisation des eaux, véritable asphyxie du milieu. Ils sont dangereux, pour l'homme, en particulier pour les nourrissons, car ils sont réduits dans l'intestin en nitrites, très toxiques.

Quand cette réglementation sur les nitrates sera-t-elle appliquée, comment les pollueurs seront-ils éduqués ?

7. Gravières et sablières

Continuera-t-on encore longtemps à exploiter librement sables et graviers, mettant en péril nos nappes phréatiques, menacées notamment par la pratique des stockages souterrains de matières polluantes ?

Insuffisamment protégées, les nappes souterraines, ce capital aquatique constitué au cours de centaines de millions d'années, sont menacées par l'exploitation à outrance de gravières et de sablières qui, jouant un rôle de filtre, les protègent. Le même problème se pose dans les rivières où les prélèvements provoquent aussi, comme dans la Loire et la Gironde, une pollution mécanique très nuisible ; la rivière ne pouvant jamais se refaire.

8. Nucléaire : la taxe rivière claire

Pourquoi ne pas réglementer strictement la pollution thermique ?

Les centrales nucléaires se multiplient en France. Or, l'eau de refroidissement des réacteurs, prélevée dans le fleuve, est rejetée à une température supérieure à celle de son admission. Un réchauffement de la température des fleuves peut, on le sait, conduire à l'eutrophisation, c'est-à-dire à l'asphyxie du milieu. Autre problème : en période d'étiage, le débit des eaux est faible et les possibilités de refroidissement sont limitées. L'installation de tours de réfrigération est déjà une solution. (En 1953, avant l'expansion des centrales nucléaires, le ministère avait limité à 30 degrés la température des rejets en rivière. Or, à cette température-là, les poissons les plus résistants comme les cyprinidés meurent en eau claire).

9. Menace sur l'eau de Paris

La centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine verra le jour prochainement. Qu'adviendra-t-il de l'eau des Parisiens en cas de catastrophe ?

40 % des eaux consommées par les 9 millions d'habitants de Paris et de sa région viennent de la Seine et de la Marne. Une centrale nucléaire doit être construite à Nogent-sur-Seine. EDF fera-t-elle une station d'épuration en aval de l'usine ? La radioactivité qui doit se déposer dans le lit du fleuve pourrait bien, en cas de catastrophe naturelle, par exemple, contaminer la Seine, privant d'eau potable les Parisiens.

Qu'arriverait-il alors ?

10. Poissons malades du nucléaire

Quelles sont les conséquences pour la flore et la faune des rejets des centrales nucléaires situées en bordure de mer?

Pour nettoyer les conduites d'eau des centrales nucléaires, on utilise du chlore et des agents nettoyants.

Récemment, le commandant Cousteau signalait, dans l'un de ses films-reportages, « Le sang et la mer », diffusé à la télévision, qu'aux abords de la centrale de Vendelios, en Catalogne, des espèces de poissons comme le corb, le dantex ou l'esturgeon avaient complètement disparu. Les centrales françaises utilisent-elles de tels produits agressifs?

Existe-t-il une mesure permanente de la teneur radio-active des effluents liquides? Le récent incident de la Hague pose le problème très sérieusement.

11. Et si l'otage était la Méditerranée?

L'accident d'Ekofisk a répandu en mer du Nord des millions de tonnes de pétrole. Un autre, identique, endeuillait l'an dernier le golfe du Mexique.

En Méditerranée, des plateformes offshore doivent bientôt fonctionner.

L'une d'entre elles va forer au large de la Corse.

• **Quels sont les risques encourus?**

Si un accident analogue à celui de la plate-forme Ekofisk-Bravo, en mer du Nord, se produisait en Méditerranée, la flore et la faune seraient irrémédiablement atteintes, la nappe pétrolière serait continue, peu brassée par les vents. Elle collerait à la côte, sans marées pour la nettoyer. Il faudrait, estime Alain Bombard, des années pour en pallier les conséquences.

Sans nier l'intérêt économique, celui-ci n'est-il pas disproportionné avec le risque encouru, accident ou malveillance criminelle?

Qui nous dit qu'un jour, avec cette épée de Damoclès posée au-dessus du fond de la mer, la Méditerranée ne serait pas l'otage.

Que se passerait-il? Quels moyens de lutte?

Ne serait-ce pas l'accident écologique irréversible à l'échelle de plusieurs générations?

12. Les moyens et la volonté de lutter contre les grandes pollutions

Accordera-t-on au plan Polmar les crédits indispensables?

Le grand problème qui se pose aujourd'hui après la catastrophe de l'Amoco-Cadiz est celui de la prévention. Il faut situer les couloirs de passage des pétroliers au-delà de 30 milles marins et s'assurer du strict respect de cette barrière. Pour se battre contre la pollution causée par le pétrolier, le plan Polmar a bénéficié, à l'époque, de 5 millions de crédits. Une somme dérisoire. Seul le vote de crédits substantiels permettrait une prévention efficace en créant notamment des corps de civils entraînés et prêts à parer à d'éventuelles catastrophes.

*
* *

L'homme politique, l'homme d'action qu'est Roland Nungesser pose les questions-clés. N'apporte-t-il pas aussi des réponses? Avec lui, nous serions heureux que nos lecteurs nous fassent part de leurs commentaires et de leurs propositions. ■

ROLAND NUNGESSER

Président d'honneur de la Fondation océanographique Ricard

Né en 1925, à Nogent-sur-Marne, licencié en droit, diplômé des sciences politiques, Roland Nungesser entre dans la vie politique dès l'âge de 28 ans en devenant premier maire-adjoint.

Elu maire en 1959, ses concitoyens lui ont toujours renouvelé leur confiance.

En 1958, il est élu député, son mandat ayant été reconduit sans interruption depuis cette date.

Successivement membre de la commission des finances de l'Assemblée nationale, il est rapporteur des budgets de la recherche scientifique et spatiale, de l'information, contrôleur de l'O.R.T.F., de la SOFIRAD, de l'A.F.P. et de la S.N.E.P., puis promoteur de la première loi-programme d'équipement sportif. Il est ensuite rapporteur de la loi-programme de recherche scientifique et spatiale, de la création du Centre national d'études spatiales, puis est élu vice-président de l'Assemblée nationale de 1969 à 1973 et premier vice-président en 1977.

Ces dernières années, il a été le rapporteur de la loi sur la protection de la nature, président de l'intergroupe parlementaire de la qualité de la vie et de l'environnement, membre de la commission des affaires étrangères et membre de la délégation française à l'O.N.U.

Au plan régional, il a été secrétaire, président, rapporteur général du schéma-directeur de la région de Paris pour le district de la région parisienne, puis conseiller régional de l'Ile-de-France.

Ministre, à trois reprises, du Général de Gaulle, il a été secrétaire d'Etat au logement, secrétaire d'Etat à l'Economie et aux finances, ministre de la Jeunesse et des sports.

Au plan du département, depuis 1967, il est conseiller général du Val-de-Marne, président du conseil général, puis président de l'intergroupe de la majorité à ce conseil général.

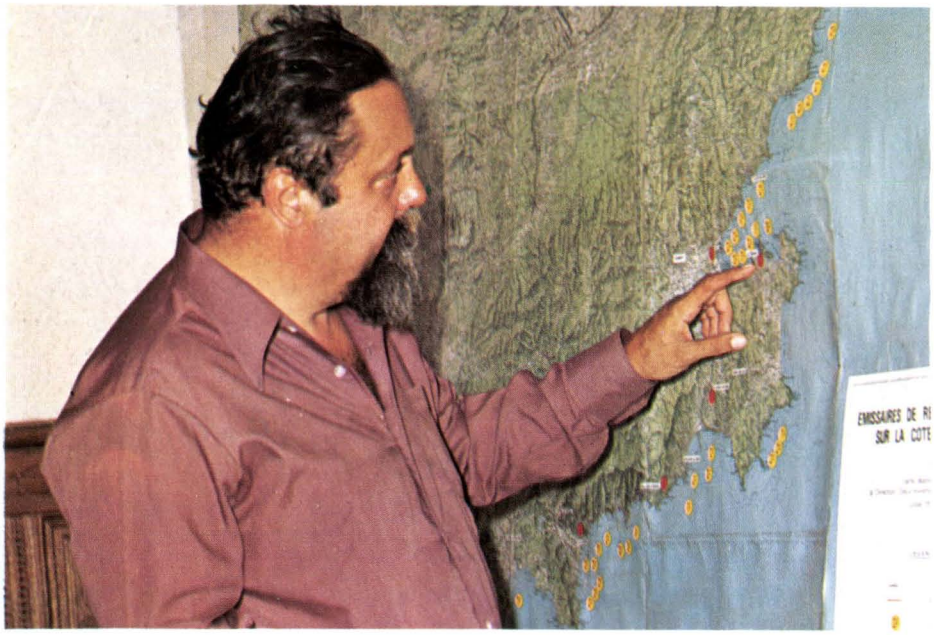
En dehors de ces mandats électifs, il a exercé ou exerce des fonctions diverses: président du Conseil supérieur de la navigation de plaisance et des sports nautiques, président de la Chambre de commerce franco-soviétique, président du Comité d'action du mouvement national des élus locaux (M.N.E.L.), président d'honneur du Groupe amitié France-Italie et France-Yougoslavie de l'Assemblée nationale. président-fondateur du Consortium fluvial Seinaisnor, président du Comité Seine-Est-Nord et président d'honneur de la Fondation océanographique Ricard (depuis 1966).

Lors de la transformation des halles de Paris, Roland Nungesser a pu obtenir que soit préservé l'un des pavillons Baltard qui a été démonté et réinstallé à Nogent-sur-Marne. Il en est le gestionnaire et organise de nombreuses manifestations, colloques, expositions... Il est, par ailleurs, président du centre culturel André Malraux.

Egalement écrivain, il est co-auteur, à 28 ans, avec Marcel Jullian, du livre *Le Chevalier du Ciel,* qui a reçu le Grand prix littéraire de l'aéronautique, puis auteur d'ouvrages à caractère politique *Charte du Gaullisme, Manifeste du C.E.R.E.L., Manifeste communal, Charte de l'environnement et de l'écologie.*

Les rapports de la mer avec la civilisation. Les navires, la pollution*

par Alain Bombard



Un problème se pose pour l'homme face à la mer : c'est mettre en évidence la nécessité absolue de changer la civilisation.

Au bord de la mer, l'homme sait maintenant qu'il portera la mort dans l'océan s'il ne maintient pas les choses en l'état. Le béton et l'autoroute, comme le port et la plage artificielle tuent la mer. On pourrait objecter qu'en certains endroits, l'homme, par ses constructions, ses endigages, a tout corrigé. C'est bien pour cela que la mer Méditerranée est morte dans les Alpes-Maritimes. Si le département voisin en fait autant la mer mourra ici comme elle est morte là. Mais enfin dira-t-on, l'homme a longtemps construit sur la mer sans que la mer meure ! Claude Bernard le disait « Tout est poison, rien n'est poison, tout est dans la dose ». C'est là que le bât blesse. La dose a été trop forte. Comme en toute chose, l'homme est victime de ses excès. Il était prédateur, il devient assassin. Il était batisseur, son excès fit de la construction une POLLUTION NOUVELLE. Actuellement, il faut réfléchir *sapiens,* ne construire que l'indispensable, redéfinir cet indispensable.

*Extrait de « La mer et l'homme » à paraître en mai 1980 chez Arthème Fayard.

Navigation populaire

Construire des ports est, nous dit-on, absolument obligatoire devant l'augmentation sans cesse croissante de la construction de navires de plaisance. Simultanément, les ports de commerce se vident devant des bateaux plus rares. N'y a-t-il pas là une possibilité de faire glisser un secteur vers l'autre. Les navires de plaisance (trois jours par an de sortie moyenne en Méditerranée française), ne peut-on pas en améliorer le rendement par une utilisation sociale ? Que demande un propriétaire de bateau de plaisance (hormis les millionnaires qui font garder leurs bateaux par des équipages) : que le bateau soit prêt le premier jour des vacances pour ne pas perdre de temps. Il est concevable, hors la période d'utilisation par le propriétaire de faire louer ce bateau par un club qui l'utilisera de façon plus permanente à charge pour ce club d'entretenir le bateau et de le mettre en état pour le jour où le propriétaire arrivera. Ce club permettra à de nombreux passionnés de la mer la navigation sans obligation d'acheter un bateau. Ce sera le début de la vraie navigation populaire et il n'obligera pas à créer sans cesse de nouvelles places dans de nouveaux ports. Une autre mesure est absolument nécessaire : stocker à terre tout bateau qui n'effectuera pas plus de quinze jours de sortie en mer par an. Voici donc la plupart des ports dégagés de leurs bateaux ventouses. Voici, enfin, sans constructions nouvelles d'emprises sur le domaine public maritime des places pour les bateaux qui servent vraiment.

Dans le transport maritime, il s'agit aussi d'introduire une véritable révolution. D'une part, la loi de la mer permet toujours aux navires d'aller où bon leur semble, comme bon leur semble, et le capitaine reste le « maître à bord après Dieu » ; d'autre part, l'homme n'étant plus le maître de sa civilisation par le gigantisme, une révolution doit intervenir dans la construction navale.

Il ne s'agit plus seulement de construire des navires qui soient sûrs et maniables pour les hommes, mais aussi sûrs et propres pour la mer. Il est indispensable qu'à l'augmentation du tonnage corresponde une augmentation proportionnelle de la puissance des machines. Les navires doivent être munis de tous les dispositifs de sécurité qui rendent la navigation plus sûre : radars, systèmes de positionnement automatiques type « Decca », ou tout autre moyen électronique qui permettent, à tout moment, de savoir où se trouve le bateau et où se trouvent ses voisins. Les systèmes de cloisonnement devront être efficaces. les procédés de nettoyage pour les produits dangereux devront être installés (load on top pour les hydrocarbures, par exemple). Mais il faudra, à bord, des hommes qui sachent faire fonctionner tous les systèmes. Les normes humaines devront être assurées, c'est-à-dire qu'il ne suffira plus d'équiper les navires, il faudra instruire les hommes. Cela pose donc les problèmes de la construction navale et de la formation des équipages.

L'« empreinte digitale » du navire

Partant du principe que rien ne coûte plus cher qu'une POLLUTION les navires ne devront plus être construits au rabais, par des chantiers de fortune, et en économisant sur leur sécurité. Les détails de la fabrication des bateaux devront être connus des officiers et des équipages. Le

pavillon devra être enfin la garantie de la qualité des hommes. Pour faire des économies (toujours cette économie sur la sécurité), les pavillons de complaisance embarquent des hommes qui ne savent pas faire fonctionner à plein les navires et leur sécurité : n'ayant aucune formation, recrutés n'importe où, n'importe comment, ces hommes, payés au rabais, et même parfois pas du tout (février 1980 - Saint-Malo) ne sont que des présences à bord et sont incapables de prendre les mesures de sécurité. Le pavillon de complaisance est à proscrire, à supprimer. La menace qu'il fait peser sur la navigation et sur les côtes qu'il longe a été démontrée en de multiples occasions (Torrey Canyon, Olympic Bravery, Amoco Cadiz... etc.).

C'est une des garanties internationales que la nouvelle loi de la mer doit assurer.

Des pénalités devront être introduites pour tout navire qui rejetterait en mer, où que ce soit, les déchets de ses cuves. Espérons d'ailleurs que le prix en hausse du baril d'hydrocarbure, rendra ces déchets rentables et que les compagnies seront amenées à les commercialiser plutôt qu'à les rejetter à la mer.

Voici le genre de loi internationale qui pourrait être mise au point. Un navire entre dans les eaux nationales d'un pays ou d'un groupe de pays. On sait que les eaux territoriales d'un pays sont du ressort de la loi nationale, les eaux du large sont du ressort de la loi internationale. Ces eaux nationales ont été (et sont encore pour la plupart des pays) larges de 3 milles nautiques (2,5 km de la côte). Certains pays dont la France, ont porté des territoires nationaux maritimes jusqu'à 12 milles au large. Dans les eaux nationales donc, chaque fois que cela sera possible, un spécialiste sera déposé à bord du navire par hélicoptère pour effectuer un prélèvement de la cargaison. Un examen chimique très poussé sera fait de cet échantillon, en fournissant la composition exacte. Etant donnée la provenance extrêmement variée des sources d'approvisionnement, il n'y a pas deux cargaisons dont les compositions chimiques soient exactement semblables. L'analyse fournira une véritable « empreinte digitale ». Cette analyse sera mémorisée dans un ordinateur avec le nom du navire d'où provient l'échantillon.

Quand, plus tard, un hydrocarbure sera retrouvé dans la mer, une analyse chimique effectuée sur cet échantillon prélevé « in situ » et envoyée dans le même ordinateur fournira automatiquement le nom du navire coupable.

Rejets d'effluents d'une raffinerie de pétrole.

Sanctions

Quelles pourront être les sanctions correspondantes ? Les compagnies qui utilisent les navires recherchent évidemment le profit maximum (d'où le choix du pavillon et les économies qu'il permet). C'est donc ces pavillons qu'il faut taxer durement. On a proposé qu'à la première infraction constatée sur un navire, que son pavillon soit libérien, panaméen, cypriote ou... français ou anglais ! l'amende soit payée conjointement par le transporteur et par le propriétaire de la cargaison, c'est-à-dire par la compagnie pétrolière et qu'il soit égal à 10 % de la valeur de la cargaison. La seconde infraction commise sous le même pavillon, même si elle n'est pas le fait de la même compagnie ou du même navire, serait passible de 10 fois la peine précédente. Le pavillon étant toujours tenu pour coresponsable, la troisième infraction sous les mêmes couleurs serait de 100 fois la première amende. Une telle législation est à l'étude à l'organisation maritime consultative inter-gouvernementale (l'O.M.C.I.), agence des Nations-unies pour la sécurité de la navigation. Le problème est qu'un seul pays, appliquant cette loi, serait menacé dans son approvisionnement en pétrole ou en matières premières. Il faut donc que cela soit une loi collective, internationale. Les navires pollueurs ainsi rejetés, tous les ports, respecteraient la réglementation. Depuis longtemps, les Etats-Unis d'Amérique et le Canada, ont affecté à la garde côte (Coast Guard) une grande partie de leurs unités de la marine de guerre pour effectuer le service civil. Dans nos pays européens, la Coast Guard n'existe pas. Je pense que c'est une des premières tâches à laquelle pourrait s'atteler efficacement l'assemblée européenne de Strasbourg. S'il est très difficile d'harmoniser les économies des pays qui doivent vaincre une concurrence séculaire, il est par contre aisé d'harmoniser la défense des côtes.

Quel que soit le régime politique d'un pays, la défense contre la POLLUTION se pose dans les mêmes termes et aboutit à la protection de l'homme et de la qualité de son milieu de vie. Après tout, n'oublions pas, que lors de toute guerre déclarée un pays hostile pourrait ruiner totalement la vie marine d'un autre pays simplement en faisant échouer sur le littoral de son adversaire vingt navires chargés de POLLUTION grave ! Dès à présent un projet est en cours de réalisation par les communautés européennes : une banque de données est constituée à Bruxelles qui renseignera les pays membres sur les caractéristiques de tout navire entrant dans les eaux européennes.

Sa date de construction, les insuffisances du chantier, les défauts du navire, les réparations qu'il a dû subir, les caractéristiques du navire, la position de ses cloisons, de ses vannes d'évacuation, la qualification du commandant, des officiers, de l'équipage, tout sera emmagasiné dans la mémoire de l'ordinateur et pourra à tout moment être consulté. On pourra savoir également le passé juridique du navire, son casier judiciaire ! et chaque infraction approchera le moment où ce transporteur sera mis sur une liste noire, et à la limite la

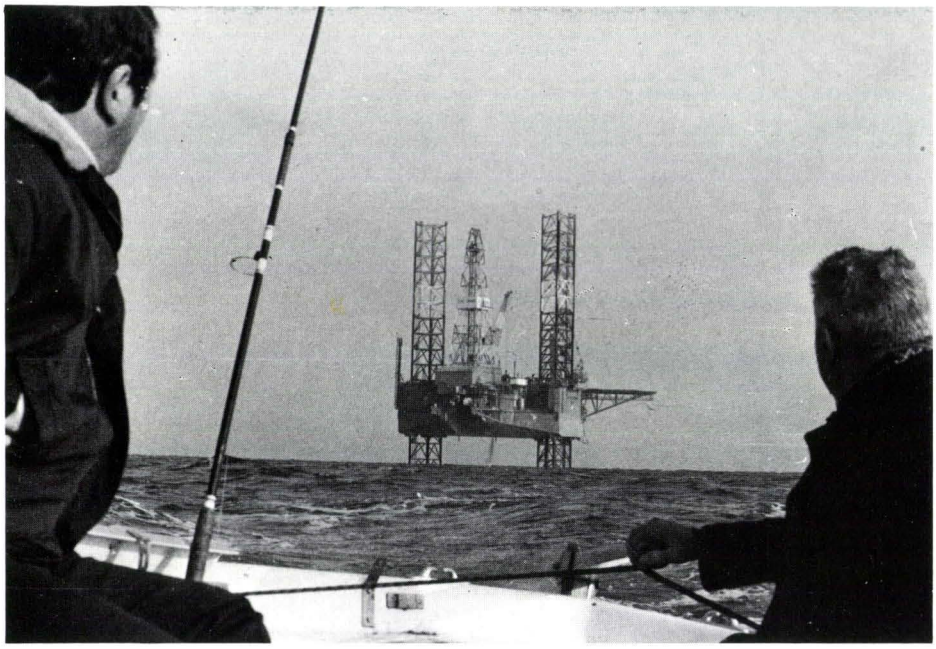


Plate-forme de recherche au large des Saintes-Maries-de-la-mer (novembre 1978).

compagnie propriétaire ruinée par un boycott. Si le risque de POLLUTION coûte aussi cher aux compagnies que la POLLUTION aux citoyens, nous serons bien prêts d'abolir au maximum les risques. Bien sûr, il y a toujours la tempête et la « fortune de mer », mais il n'existe nulle part une sécurité à 100 %, encore faut-il être sûr que le risque minimum soit atteint. Les navires seront astreints à ce contrôle en mer, ce qui permettra d'éviter, comme dans des cas récents, des impossibilités de faire payer le pollueur. Enfin, il existe des pollutions plus graves que celle par les hydrocarbures : celle due aux déchets radio-actifs ou aux produits toxiques.

Il est inadmissible que des poisons comme le plomb tétraéthyl puissent être transportés et que le navire coule sans que les autorités soient avisées de la gravité de l'accident. Dans le cas du cargo yougoslave Cautat, il est inadmissible que les autorités n'aient pas été prévenues du danger et que deux ans s'écoulent entre le naufrage du navire et la récupération des containers d'acier renfermant du plomb tetraéthyl. Un an de plus et le poison se serait répandu dans la mer. Constructions plus sûres, équipages mieux formés, techniques de navigation perfectionnées, pénalités organisées, c'est à ce prix que les hommes pourront encore confier leurs transports de produits dangereux à la mer. Les routes maritimes sont maintenant bien définies. Comment les faire respecter ? Ce sont les marins de la « Royale » qui devront livrer ces combats pacifiques. Le service militaire est devenu le service national. C'est encore un service militaire mais les soldats sont de plus en plus appelés à des actions de défense civile.

Une grande révolution devra être faite pour la défense de la mer : c'est la mise à la disposition des unités militaires à un commandement civil. Le maître d'œuvre de l'action de prévention devra être désigné par délégation d'un ministère civil et l'organisation des opérations devra être d'initiative non militaire.

Plan Polmar et S.A.M.U.R.

Dans notre pays, l'armée et la marine ont une vie trop indépendante et se coupent de la nation. Il faut servir les besoins prioritaires et ceux-ci sont de défense civile. Tremblements de terre, incendies, accidents nucléaires, POLLUTION des mers doivent être combattus par les militaires au service des civils. C'est cela la véritable défense nationale en temps de paix et non des manœuvres coûteuses sur des thèmes qui ne se présenteront jamais dans la réalité et où le parti choisi à l'avance comme victorieux remporte toujours sa victoire sur le terrain.

Une collision se produit en mer entre deux pétroliers, un plan Polmar est déclenché (lutte contre la pollution de la mer). Tant que la POLLUTION est en mer, c'est le préfet maritime, un amiral, donc la marine de guerre qui est responsable des opérations. Si l'action n'a pas abouti à empêcher la POLLUTION d'atteindre la côte, c'est le préfet de région qui devient le responsable du plan Polmar terre. (L'autre étant le plan Polmar mer). Non ! dès le départ, il s'agit d'une défense civile et les civils y doivent être associés. Dans cet esprit, nous avons conçu des services d'intervention d'urgence sur les pollutions marines. Pour utiliser un sigle prestigieux : les S.A.M.U. (Services d'aide médicale d'urgence) nous avons nommé ces groupes les S.A.M.U.R. (Services d'action maritime d'urgence et de recherche). Ces groupes, autonomes, seront les véritables pompiers mobiles de la mer. Civils, prêts à se mettre à la disposition des autorités responsables (actuellement le préfet maritime, puis le préfet de région), ils sont indépendants, chargés de mettre au point les techniques et les matériels les mieux appropriés à la préservation des pollutions, ils sont à la pointe de cette lutte. Il existe, à l'heure où j'écris, un seul S.A.M.U.R. conçu par une équipe du Groupe Paul-Emile Victor, il est maintenant autonome et financé par des crédits du Conseil régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il est basé à Antibes où le maire, Pierre Merli a mis à sa disposition la caserne des pompiers avec son héliport. La SNIAS grâce à l'action de M. Meyzens lui a offert des heures de vol d'hélicoptère gratuites. Des compagnies comme l'Angevinière, Alsthom, Goitschel, lui ont fourni gracieusement des canots pneumatiques, des pompes Cyclonet, des moteurs. Le S.A.M.U.R. représente bien l'effort civil nécessaire et la Marine nationale a donné son aval. Dans l'organigramme actuel, il est normal que le S.A.M.U.R. soit mobilisable par le préfet maritime. Le conseiller général que je suis souhaite qu'un jour tout soit dirigé par un ministre civil.

Le travail du S.A.M.U.R. est essentiellement (si possible) une œuvre de prophylaxie : il faut coûte que coûte empêcher une pollution de parvenir à la côte. C'est donc un immense travail de contention des nappes de récupération des fûts ou des conteners, de contrôle de la navigation qui attend le S.A.M.U.R. Dès à présent, l'Europe est intéressée par cette organisation et de nouveaux S.A.M.U.R. sont en projet sur la côte du Languedoc-Roussillon, d'Aquitaine et du Nord Pas-de-Calais, la Marine nationale se chargeant de la région la plus menacée : la Bretagne.

Ce combat civil fait partie de notre espérance d'avenir : la mer protégée par la loi internationale et par les hommes contre la POLLUTION.

Ceci est nécessaire si nous voulons poursuivre le mariage harmonieux de l'homme et de l'océan, par la fécondation du milieu marin par l'aquaculture : avenir de l'alimentation protéinique de l'homme. ■

Action de nuisances humaines sur l'infralittoral méditerranéen

par Nardo Vicente

La côte varoise est un secteur de la côte méditerranéenne qui a conservé, par endroits, un cachet sauvage d'une grande beauté. Cependant, au voisinage des agglomérations, des aménagements ont lieu et les rejets urbains, agricoles et industriels, agressent, chaque jour un peu plus, le milieu marin.

L'agglomération toulonnaise et ses environs étouffent progressivement des paysages d'une grande beauté naturelle : l'archipel des Embiez à l'ouest, les îles d'Hyères à l'est. Le littoral marin et celui de la Méditerranée plus que tout autre est de plus en plus attaqué, de nos jours, par toutes les nuisances du monde civilisé dans lequel nous évoluons : activités industrielles, tourisme intensif et urbanisation massive avec, comme corollaire, une ampleur croissante des pollutions domestiques et industrielles. Ce milieu marin est devenu, en certains points, un véritable exutoire de notre civilisation.

Mais certains hauts lieux de la Méditerranée comme l'île de Port-Cros font l'objet d'une protection tant pour le milieu terrestre que pour le milieu marin où cette protection s'avère plus délicate.

Au parc national sous-marin de Port-Cros, les scientifiques utilisent le scaphandre autonome pour effectuer des études écologiques et surveiller l'évolution du milieu marin et de ses peuplements.

Le littoral rocheux de l'île

Il est encore riche par rapport au littoral continental plus agressé. Là, les peuplements caractéristiques des substrats rocheux en Méditerranée se succèdent en fonction de la profondeur.

L'étage supralittoral correspond à la zone d'humectation des embruns. C'est là que se trouvent les organismes supportant à la fois une émersion continue et une certaine humectation par les embruns.

La végétation est constituée par un lichen noirâtre *(Verrucaria symbalana)* et surtout par des cyanophycées* épilithes* formant un niveau de couleur bistre bien visible lorsque la roche est de nuance claire.

La faune est représentée par le gastéropode *Littorina* (mélaraphe) *neritoides* très abondant et l'isopode *Ligia italica* très actif. Ces deux espèces font de fréquentes incursions nutritionnelles dans l'étage médiolittoral par mer calme.

L'étage médiolittoral est caractérisé par des peuplements qui supportent ou exigent des alternances d'émersion ou d'immersion. Il est subdivisé en deux sous-étages :

- le sous-étage supérieur avec une zone à chtamales*, crustacés fixés avec une carapace en forme de pyramide.

Une zone à *Rissoella* (algues rouges) et à *Nemalion helminthoides*.

- le sous-étage inférieur avec les encroûtements et les trottoirs à algues calcaires *(Lithophyllum tortuosum)*.

A ces deux sous-étages ou horizons correspondent deux biocénoses* bien distinctes.

Plus le mode est battu, plus l'extension verticale de ces deux horizons est grande : la limite supérieure de l'horizon supérieur varie de 50 cm à 2,5 m au-dessus du niveau moyen de la mer, celle de l'horizon inférieur variant de quelques centimètres à 1 mètre environ au-dessus du niveau de la mer.

Dans toute l'étendue de la roche médiolittorale on peut observer un petit crabe amphibie : *Pachygrapsus marmoratus*. Dans l'horizon inférieur de l'étage médiolittoral, on rencontre généralement en abondance les gastéropodes *Monodonta turbinata* (en mode battu) et *Monodonta turbiformis* (en mode abrité).

L'étage infralittoral est une zone constamment immergée dont la limite inférieure est la profondeur compatible avec la vie des phanérogames marines et des algues photophiles* (25 à 40 m dans la région varoise étudiée).

On distingue ainsi les peuplements photophiles de la roche infralittorale qui réunissent plusieurs biocénoses* ou faciès de mode calme ou de mode battu : peuplement à *Cystoseira stricta* et à *Cystoseira crinita* (algues brunes), peuplement à *Lythophyllum incrustans* (algue calcaire) et *Arbacia lixula* (oursin noir). Ces peuplements laissent la place à d'autres dans les eaux à turbidité et pollution moyennes: peuplements à *Mytilus gallo-provincialis* (moulière) et à *Corallina mediterranea* (algue calcaire), à *Ulva* et *Enteromorpha* (algues vertes).

Les herbiers de phanérogames marines

En plongée, lorsque l'on amorce la descente le long de la roche, au pied des petits tombants qui ne dépassent

Herbier sain à Port-Cros.

pas 5 à 10 m, on rencontre immédiatement l'herbier de posidonies *(Posidonia oceanica)*. Il convient d'insister sur l'exceptionnelle importance des herbiers de phanérogames* marines. La zosteracée* *Posidonia oceanica* forme un peuplement extrêmement compact où vit un nombre très élevé d'organismes. Ce peuplement, d'une très grande richesse biologique, est également l'une des formations les plus caractéristiques du benthos* méditerranéen. Pendant longtemps on a considéré l'herbier de posidonies comme un complexe de biocoenoses* superposées : biocénose endogée des mattes, biocénose sciaphile des rhizomes et biocénose photophile des feuilles. Ce découpage laisse de côté de nombreuses espèces parfaitement inféodées à l'herbier de posidonies comme, par exemple, les organismes animaux nageurs à phase de repos sur les feuilles. En réalité, comme l'ont montré Kerneis en 1960 et Augier et col. en 1975, l'herbier de posidonies doit simplement être considéré comme une seule biocénose parmi les plus structurées du benthos* méditerranéen.

La biocénose de l'herbier de posidonies est caractérisée par le groupe écologique des espèces vivant sur les feuilles ; elle est également caractérisée par sa combinaison de groupes écologiques qui réunit le groupe des espèces sciaphiles de rhizomes* et le groupe des espèces endogées de mattes.

Les herbiers de posidonies en Méditerranée sont de véritables poumons, hélas en voie de disparition sur le littoral (1 m² d'herbier fournit 10 l d'oxygène par 24 h, 1 m linéaire de rhizomes met un siècle à pousser !).

En arrière de l'herbier de posidonies se constituent très souvent des pelouses à *Cymodocea nodosa* qui est une phanérogame* marine de plus petite taille poussant sur les sédiments meubles dont les particules fines ont été filtrées par les frondaisons de l'herbier de posidonies.

D'autre part, les pelouses de *C. nodosa* ont une grande importance dans le cycle biologique de l'herbier de posidonies. Ces pelouses sont le stade intermédiaire précédant l'installation des posidonies sur le sable sans végétation mais aussi elles se réinstallent là où les posidonies, pour des raisons de modifications des conditions du milieu, ne peuvent plus subsister.

Des études de l'évolution de l'herbier peuvent être réalisées en balisant les limites supérieure et inférieure afin de suivre au cours du temps les fluctuations de ces limites.

Il convient d'insister sur l'exceptionnelle évolution de l'herbier, en l'absence de pollution. Les rhizomes* de *Posidonia oceanica* croissent non pas seulement sur le plan horizontal mais aussi, et surtout, verticalement ; c'est à cette dernière particularité que les posidonies doivent d'échapper à l'ennoyage par les sédiments. Ces sédiments proviennent, en partie, des organismes ayant vécu sur les feuilles et surtout des particules transportées par les courants et la houle dont l'énergie cinétique est brisée au contact des feuilles jouant le rôle de « piège à sédiment ».

Les posidonies réagissent donc à ce lent ennoyage progressif par une croissance verticale des rhizomes, plus rapide. Il en résulte l'édification de véritables terrasses sous-marines constituées par un lacis de rhizomes dont les espaces sont colmatés par les sédiments grossiers, formations appelées « mattes » par les pêcheurs.

La lente surélévation des mattes aboutit souvent à rapprocher notablement celles-ci de la surface et leur destinée sera alors fonction de l'agitation des eaux :

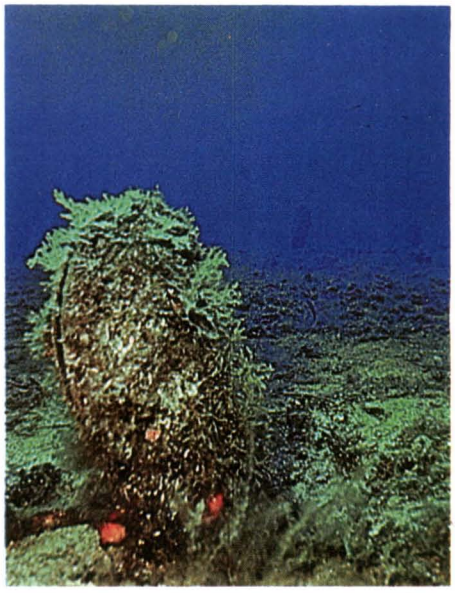
- en mode moyennement battu, les mattes cessent plus ou moins tôt de s'élever et le moindre corps solide placé dessus détermine une érosion « en marmite de géant », formant de larges « puits d'intermattes » présentant souvent au fond un sédiment fin et, en haut de la paroi, de nets surplombs retenus par le lacis des rhizomes. Ces puits intermattes peuvent, à la longue, s'anastomoser en « chenaux intermattes » dont l'élargissement devient plus rapide s'ils viennent à canaliser des courants par mer agitée ; ainsi, rapidement arrêtées, les vagues de tempête arasent alors la surface des mattes en entraînant plus ou moins le sédiment ce qui produit localement une mise à jour des rhizomes morts dépourvus de végétation aboutissant à la formation de puits et de chenaux intermattes.

- en mode calme, c'est-à-dire essentiellement dans le fond de certaines baies, l'action des vagues n'est pas suffisante pour arrêter l'élévation des mattes qui peuvent alors parvenir à quelques centimètres de la surface. Cette tendance à l'émersion conduit à l'édification de ce que l'on a appelé un « récif-barrière ». Ces récifs-barrières progressent lentement vers le large, tandis que s'isole, en arrière, une lagune comme c'est le cas au Brusc ou à un degré moindre à Port-Cros. La lagune dont les eaux sont très calmes, est, peu à peu comblée par les sédiments très fins et légers qui seuls franchissent le barrage des feuilles de posidonies. Pour pallier ce comblement, l'existence d'une circulation d'eau correcte est indispensable et les courants existants ne doivent pas être freinés par des aménagements aberrants tels que obstructions de passes, endigages ou enrochements.

L'étude de l'herbier porte sur des prélèvements de feuilles sur lesquelles vivent de nombreuses espèces épiphytes* (cnidaires*, bryozoaires*, mollusques, etc.), des rhizomes sur lesquels la faune est aussi très importante. Le sédiment dans lequel ils poussent est également étudié en ce qui concerne sa granulométrie et sa composition chimique et faunistique.

Dans les herbiers de posidonies vivent de grands mollusques bivalves, en voie de disparition sur le littoral méditerranéen, car décimés depuis plusieurs décennies par les chasseurs de souvenirs aquatiques. Il s'agit de *Pinna nobilis,* qui vivent fichés dans le sédiment et peuvent atteindre jusqu'à 1 m de hauteur.

A Port-Cros, à la lisière de l'herbier, persiste un champ relique de pinnas d'un hectare environ où une centaine d'individus sont régulièrement suivis par les chercheurs depuis la création du parc. Ces animaux sont mesurés deux fois par an afin d'étudier leur croissance, et les individus morts sont remontés en surface ou d'autres mesures et analyses des valves ont lieu. Ces valves sont recouvertes d'une foule d'organismes et elles constituent de véritables microcosmes. On y trouve à peu près tous les groupes d'invertébrés marins représentés. Lorsqu'un individu est mort les valves entr'ouvertes deviennent le refuge de poulpes ou de poissons tels que les blennies.



Les fonds marins du parc national de Port-Cros recèlent un champ de pinnas, le plus grand des lamellibranches méditerranéens.

Dans ces enveloppes usagées se retrouvent les 4/5e de la matière première.
350 000 tonnes par an s'accumulent ainsi dans « des cimetières inesthétiques ».
On commence à parler de recyclage du caoutchouc.

Ces milieux, florissants en certains secteurs comme l'archipel des Embiez ou l'île de Port-Cros, sont, de nos jours, de plus en plus agressés par les nuisances apportées par l'homme. Ces nuisances se manifestent d'abord sur le littoral immédiat où sont déversés tous les déchets de la vie humaine, directement à la mer par les égouts et les émissaires.

La liste des émissaires est longue : sur la seule côte méditerranéenne varoise, on en dénombre 100 sans compter les clandestins. Les rejets de ces émissaires ont un effet néfaste sur l'équilibre écologique des masses d'eau et des fonds marins. Les rejets urbains et industriels apportent de nombreux produits toxiques (détergents, pesticides, métaux lourds) qui agressent les peuplement et contaminent les organismes animaux et végétaux. Ce qui est beaucoup plus grave, c'est que les éléments toxiques vont s'accumuler dans tous les maillons de la chaîne alimentaire en se reconcentrant à chaque fois, et par un effet de boomerang toute cette pollution reviendra à son responsable : l'homme qui consomme les produits de la mer.

D'après leur lieu ou leur mode d'introduction dans la mer, on distingue les polluants introduits au large (navigation maritime, ballastage, incident de forage offshore, par exemple) et les polluants d'origine tellurique c'est-à-dire en provenance du continent (rejet ou dépôt à la côte, fleuves et rivières polluées, par exemple).

Les pollutions accidentelles sont des déversements involontaires de polluants (au large ou à la côte) limités dans le temps (naufrage de navires, par exemple). Quelques points de ces définitions de la pollution méritent d'être précisés ; elles ne tiennent pas compte de l'ensemble des phénomènes naturels qui peuvent modifier localement et accidentellement l'écologie et l'hydrologie des zones marines (rejet en masses importantes d'alluvions par certains fleuves en crue, autopollution par accumulation naturelle des cadavres d'organismes marins, par exemple). D'autres perturbations peuvent également être la conséquence de modifications engendrées par l'homme en ce qui concerne la structure des rivages, les travaux qui détournent ou entravent les phénomènes naturels et provoquent, de ce fait, des désordres écologiques parfois très graves (construction de ports, de marinas, de digues, plages artificielles, exploitation du sous-sol marin, par exemple).

C'est cet ensemble de phénomènes que l'on peut réunir sous le vocable de nuisances qui englobe évidemment le terme plus restrictif de pollution.

Le collecteur du cap Sicié

Un exemple de rejet en mer dans la région varoise est représenté par le grand collecteur du cap Sicié qui recueille toutes les eaux usées de l'agglomération toulonnaise qui vont se jeter dans un site d'une grande beauté naturelle, le massif de Sicié.

Il n'y a aucune épuration des rejets seulement un simple dégrillage. Ce collecteur d'égout de la région toulonnaise débouche au niveau de la mer, au pied d'une falaise et au fond de la baie qui s'étend de la pointe du cap Vieux à la pointe Garde Vieille, après une traversée souterraine du massif de Sicié.

Une étude des impacts des effluents du collecteur sur les peuplements du secteur de Sicié a été entreprise depuis 1974 par une mission extramunicipale d'écologie marine (ECOMAIR) (1) sous l'impulsion du Commandant Tailliez, pionnier de la plongée en scaphandre autonome. Il a été aidé en cela par les plongeurs démineurs de la Marine nationale qui lui apportent tout leur soutien logistique. Mais si le scaphandre autonome est d'un appoint considérable pour l'étude des fonds non pollués, il est préférable de prendre certaines précautions lorsque l'on s'immerge dans un milieu soumis à l'influence d'effluents chargés en polluants divers. Pour cela les plongeurs utilisent de préférence des habits spéciaux qui les recouvrent totalement les mettant ainsi à l'abri du contact des eau polluées. Il s'agit de vêtements à « volume constant » comme ceux qu'utilisent pour leurs essais les plongeurs du C.E.S. (Centre d'essai de la spirotechnique) sur l'île des Embiez qui nous apporte leur soutien permanent dans nos études sous-marines, en mettant à notre disposition leur chalutier de recherches : « Le Sourire » ainsi que le matériel spécialisé nécessaire à certaines interventions.

Lorsque l'on amorce la descente le long des tombants au voisinage du débouché de l'égout, on se rend compte immédiatement que l'aspect des peuplements fixés est inhabituel et on peut les comparer avec ceux que l'on peut observer à l'est et à l'ouest de la baie où débouche l'émissaire.

La nappe de polluants, bien plus étendue en surface, devient dense sur le fond. Les particules en suspension (excréments, débris alimentaires) réduisent la visibilité (moins de 5 m). Les déchets sont essentiellement composés de lambeaux de papier hygiénique et de tampons périodiques où se mêlent peaux et pépins de fruits, graines et peaux de tomates, morceaux de matière plastique, papier d'aluminium et emballage plastique de médicaments, cheveux, etc.

Tous ces déchets se déposent sur le fond formant de vastes nappes mouvantes ou s'agglomèrent dans les creux des rides de sables (« ripples mark »).

Dans les fonds, le sédiment a une odeur d'hydrogène sulfuré, il est putride. Des carottages effectués à une profondeur de 12 m et à 300 m au sud du débouché de l'émissaire, montrent que ce sable est très pauvre en fragments organogènes.

Sur ce sable gris, il ne subsiste plus que quelques tas sombres de posidonies recouverts d'algues filamenteuses. C'est tout ce qu'il reste de l'herbier et de la matte morte. Cette zone débute vers 16 ou 18 m de profondeur et s'étend à l'ouest et au sud de la baie jusque vers 20 - 25 m.

Dans le secteur est de la baie, plus profondément altéré, cette zone de mattes mortes n'existe pratiquement plus.

Vers la profondeur de 20 m, et seulement à l'ouest et au sud de l'émissaire, apparaissent les premières posidonies. Il s'agit de pieds isolés avec quelques feuilles ou touffes d'environ 1/4 de mètre carré, comportant seulement une cinquantaine à

(1) Voir : Bulletin n° 3, 1978, pp 13-23

une centaine de feuilles. A 30 m de profondeur, à une distance de 600 à 700 m au S.-O. du débouché de l'émissaire, ces touffes tendent à se rejoindre pour former un herbier très dégradé avec des intermattes sableuses. Au-delà de 30 m de profondeur, cet herbier disparaît alors qu'ailleurs (Les Embiez - Port-Cros) il persiste jusqu'à des profondeurs de 35 m voire 37.

L'aspect de ces touffes est inhabituel : un voile épais d'algues recouvre les feuilles, et parfois entièrement la touffe à la manière d'une housse. Les feuilles ne sont pas aussi rigides que celles d'un herbier vigoureux, elles s'incurvent, et se couchent sur le sédiment.

Analyse de la pollution

Des prélèvements d'algues, animaux, posidonies et sédiments sont effectués dans les diverses zones et transportés au laboratoire où ont lieu les analyses qui portent notamment sur les micropolluants (métaux lourds et pesticides).

Les métaux lourds sont dosés en spectrophotométrie d'absorption atomique et les pesticides par chromatographie en phase gazeuse.

Les métaux lourds sont considérés comme les polluants chimiques les plus redoutables, susceptibles d'être métabolisés au niveau des organismes marins. Parmi ceux qui présentent un réel danger on peut citer : le mercure, le plomb, le cadmium, le varadium, le chrome, etc.

Certains peuvent être régulés par les organismes ; il en est ainsi du zinc chez le crabe ou le homard où la concentration semble contrôlée sauf dans certains organes (hépatopancréas, branchies, organes excréteurs). Pour d'autres comme le mercure, il ne semble pas y avoir de mécanisme de régulation. Le mercure s'accumule dans les animaux au niveau des organes : système nerveux, muscle, foie, œufs.

Quelques-uns de ces métaux sont mortels pour la vie marine à concentration faible, leurs effets peuvent être lents et leurs symptômes n'apparaître qu'au bout de plusieurs années (Hg, Cd), enfin nombre d'entre eux sont cancérigènes (Pb, Cu). Le plomb est actuellement considéré comme l'un des plus toxiques et on a constaté que sa concentration dans l'eau de mer a augmenté au cours de ces dernières années à la suite de l'usage du plomb tétraéthyle comme antidétonnant dans l'essence.

D'autre part, tous ces éléments s'accumulent dans les sédiments, laboratoire de chimie du fond de la mer où ils sont repris et modifiés par le travail bactérien devenant ainsi quelquefois beaucoup plus toxique (ex : méthylation du mercure).

Ainsi, les concentrations en plomb dans les sédiments du cap Sicié sont 25 fois plus importantes que dans ceux de la lagune du Brusc et, chose curieuse, ces concentrations sont les mêmes à Port-Cros mais ceci est dû à la fréquentation de l'anse par les bateaux à moteur.

Les pesticides sont également très toxiques pour les êtres vivants. Les effets des biocides* sont surtout dus à leur persistance dans le milieu et au phénomène de concentration biologique. Les organochlorés* sont ceux qui posent les plus graves problèmes de pollution (DDT, et ses dérivés, lindane, aldrine, polychlorobiphényles).

Ces molécules, douées d'une grande stabilité chimique, peuvent persister pendant des décennies dans les eaux, les vases benthiques et certains sols sans subir de biodégradation importante.

Ces composés se trouvent stockés dans les graisses car ce sont des résidus qui sont associés aux composés lipidiques des organismes.

Les polychlorobiphényles (PCB), notamment, sont très abondants sur les côtes méditerranéennes et, en particulier, au débouché des émissaires. Ils contaminent, surtout, les mollusques et ils s'accumulent dans les sédiments.
(ex : concentration dans les moules au cap Sicié : 1.000 ppb, Marseille (Cortiou) : 5.000 ppb, les Embiez : 600 ppb, rade de Toulon : 4.000 ppb).

Ces organochlorés* provoquent chez l'homme des maladies hépatiques ou rénales. Il convient donc de suivre le transfert de ces micropolluants dans les chaînes alimentaires marines et d'étudier les moyens de les éliminer des organismes et du milieu.

Autres nuisances

Outre la pollution domestique et la pollution chimique, il existe d'autres nuisances qui affectent le littoral. Elles sont dues aux aménagements aberrants, comme les plages artificielles ou les endigages qui contribuent à augmenter la turbidité des eaux et à étouffer les herbiers de posidonies. C'est le cas dans la région du Mourillon à Toulon (Rade des Vignettes).

Les fonds, dans cette zone, étaient occupés, avant les endigages, par un herbier de posidonies formant un « récif-barrière » à proximité du rivage, comme en témoignent les photographies aériennes et les cartes marines anciennes.

Les matériaux utilisés pour le comblement des terre-pleins sont des débris divers provenant des différents chantiers de démolition (platras, briques, carrelages, planches, etc.) et des déchets rejetés par des particuliers (réfrigérateurs, sommiers, pneumatiques, etc.). Cette décharge a été recouverte de phyllades* d'argiles, revêtement qui présente l'inconvénient d'être relativement imperméable et de se transformer en bourbier lors des précipitations importantes. D'autre part des graviers de calcaire concassés ont été régulièrement répandus sur les terre-pleins.

Depuis ces aménagements, on a constaté l'augmentation très nette des zones d'herbier détruites durant les cinq dernières années.

Autres effets nuisibles pour l'herbier de posidonies, ceux provoqués par les ancres-socs des bateaux de plaisance. C'est le cas à Port-Cros, et notamment dans l'anse de Port Man. La quantité de rhizomes* arrachés par les ancres dans les anses est très importante. Seul le fond de l'anse présente encore des vestiges d'herbier, car par ailleurs l'herbier sain s'arrête à l'entrée de la baie. A l'intérieur il a été détruit progressivement depuis des années par l'action des ancres et le rejet de déchets de toutes sortes.

Toute la partie centrale est quasiment dévastée, le fond est recouvert de vase qui se soulève au moindre coup de palme. Les fragments arrachés de matte vivante flottent entre deux eaux et se sédimentent dans des cuvettes. L'aspect du fond est comparable à une poubelle jonchée de vieux débris et de bouteilles.

Cet état de fait est dû, en grande partie, à l'ignorance de la part des plaisanciers, des dégâts qu'ils commettent. L'exemple en est donné par la présence au fond de sacs poubelles soigneusement fermés qui contiennent tous les déchets d'une journée à bord et qui négligemment ont été jetés par dessus bord. Quelques temps après, bien entendu, ces sacs s'éventrent, répandant leur contenu.

Une telle anse pratiquement déserte durant l'hiver, peut être occupée à la belle saison par plus de 150 bateaux au mouillage.

Les solutions, les remèdes

Pour lutter contre toutes ces nuisances, il existe des moyens, des remèdes.

Il convient, tout d'abord, d'épurer les effluents usés à la source. Le traitement des eaux résiduaires dans

(2) Voir, dans cette même revue, l'article de J. M Astier, A. Castel, P. Tailliez, J. Tiné sur les " Aménagements des plages artificielles du Mourillon (rade des Vignettes)".

les stations d'épuration est une solution à préconiser. Après un tel traitement, rien n'empêchera alors d'utiliser les émissaires pour rejeter une eau propre ou polluée à un degré tel que la diffusion des polluants encore existants ne représente qu'un aspect naturel de la vie humaine sur terre.

De nombreux travaux ont eu lieu et se poursuivent sur les problèmes de l'épuration des eaux domestiques et industrielles. Il faut distinguer des études destinées à trouver des procédés de traitement nouveaux (procédés physico-chimiques, par exemple) ou des études destinées à améliorer des procédés déjà existants (miniaturisation, baisse de coût, etc.). De toute façon, en l'état actuel des techniques, il faut distinguer deux grandes classes d'épuration : celles concernant les polluants biodégradables et celles concernant ceux qui ne le sont pas, autrement dit, l'épuration biologique et l'épuration physico-chimique.

Plusieurs procédés d'épuration biologique sont applicables et varient seulement par la technologie de mise en œuvre : boues activées, percolation, disques biologiques, chenaux d'oxydation, etc. Cependant, dans tous les cas, le principe reste le même : des bactéries et des micro-organismes vont se développer en consommant comme nourriture les impuretés organiques contenues dans les eaux. Une aération est nécessaire, elle est réalisée dans le but de fournir de l'oxygène aux micro-organismes soit par injection d'air sous pression, soit par contact avec l'atmosphère.

Il y aura ainsi diminution des impuretés et développement des micro-organismes qui se retrouveront sous forme de boues qui devront être soutirées périodiquement.

L'épuration industrielle doit être effectuée à la source même des rejets et il faut bien se garder de mélanger aux eaux urbaines des eaux industrielles, car, dans certains cas, les procédés d'épuration ne sont pas compatibles. En outre, certaines eaux industrielles, par leurs caractéristiques, empêcheraient le développement des micro-organismes épurateurs.

Les eaux résiduaires renfermant des toxiques comme les métaux lourds, les détergents, les hydrocarbures, les organochlorés* sont traitées par divers procédés : filtrations poussées, centrifugation, flottation, osmose inverse, etc.

Les systèmes de mouillage : Afin d'éviter les dégâts des ancres, il est nécessaire de mettre en place des systèmes de mouillage réduisant l'impact de chaque bateau de plaisance sur les fonds. Il faut pour cela tout d'abord apporter une bonne information au plaisancier qui n'est pas toujours au courant des dégâts qu'il peut occasionner.

Il est indispensable aussi de créer d'autres réserves naturelles afin de mettre à l'abri certains biotopes précieux du littoral marin (herbiers de posidonies, lagunes), mais on ne pourra pas protéger des parcelles de ce littoral si on ne le protège pas dans son ensemble et par conséquent des mesures doivent être prises au niveau scientifique et juridique.

Mais avant d'envisager les mesures de protection et d'épuration, il importe que chacun prenne conscience de la gravité du problème. Cette prise de conscience est actuellement de plus en plus nette chez les jeunes qui participent à des actions de sauvegarde de l'environnement : clubs de protection d'espèces animales en voie de disparition, nettoyage des plages. Les jeunes élèves viennent écouter des causeries qui les informent et les instruisent sur les problèmes de la mer. C'est le cas à la Fondation océanographique Ricard sur l'île des Embiez où les chercheurs consacrent une partie de leur temps à l'éducation des jeunes.

Par toutes ces actions, le milieu marin dans sa zone la plus sensible, le littoral immédiat, pourra être sauvé et ses ressources préservées. Le choix, actuellement est entre le désert tel qu'on peut le voir au pied de l'égout de Sicié ou bien la fécondité qu'on peut observer dans les eaux poissonneuses du parc national sous-marin de Port-Cros. Il n'existe qu'une alternative pour l'homme : sauver la nature ou périr avec elle. Nous laisserons le dernier mot au grand biologiste Jean Rostand, aujourd'hui disparu : « l'idée ne pouvait venir aux hommes qu'ils auraient un jour à épargner cette géante (la Nature), cette énorme, qu'ils auraient à en prendre soin, à la ménager, qu'il leur faudrait veiller à n'en pas gaspiller les ressources, à ne pas endommager ou meurtrir, à ne la pas souiller en y déversant les excréments de leurs techniques ». ■

* QUELQUES DÉFINITIONS

Benthos : la totalité des organismes aquatiques vivant en relation avec le fond.

Biocénose : unité de peuplement d'organismes animaux et végétaux, caractérisée par la stabilité de sa composition qualitative. Les constituants établissent des relations entre eux et ont des besoins similaires vis-à-vis des facteurs de l'environnement : lumière, température, agitation, oxygène.

Biocide : les matières biocides sont celles qui détruisent la vie, en particulier les micro-organismes, les insectes...

Bryozoaires : classe des lophophoriens presque exclusivement marins constituant soit des colonies encroûtantes fixées sur des supports, soit des rameaux dressés ou des massifs. Chaque individu ou zoïde est pourvu d'un cercle de tentacules ciliés entourant la bouche et vit dans une loge. (Faux corail.)

Chtamale (*Chtamalus stellatus*) : petit crustacé qui vit sur les rochers dans la zone battue. Par calme plat, il peut tenir des jours sans eau sous le soleil brûlant.

Cnidaires : embranchement d'animaux aquatiques, généralement marins, formés de deux types de tissus seulement, un endoderme et un ectoderme, séparés par une mésoglée. Ils sont caractérisés par des cellules urticantes, les nématocytes. Ils se présentent isolés ou sous forme coloniale, fixés ou libres (ex. : méduses, anémones de mer) (mésoglée : substance très riche en eau, de consistance gélatineuse).

Cyanophycées : classe d'algues constituées d'éléments cellulaires identiques isolés ou disposés en files linéaires possédant un pigment bleu caractéristique, la phycocyanine. Elles sont dépourvues de noyau (procaryotes). On les appelle aussi algues bleues.

Epilithe : qualifie un organisme, animal ou végétal, qui vit fixé sur des pierres, des roches.

Epiphyte : parasite qui ne nuit pas directement à l'hôte et qui est à un stade intermédiaire entre le parasitisme et la symbiose. Fixé sur une algue ou une phanérogame.

Organochloré : synonyme d'hydrocarbure. Dérivé chloré d'hydrocarbures aromatiques utilisé comme insecticide ou pesticide.
Ex. : DDT, aldrine, heptachlore... Ils sont généralement toxiques et persistants.

Phanérogame : plante ayant des organes de fructification apparent. Comprend les plantes qui portent des fleurs à un moment donné de leur développement et qui se reproduisent par graine.

Photophile : qui recherche la lumière.

Phyllade : schiste argileux très fissile qui se divise en feuillets ou en couches minces.

Rhizome : tige souterraine des plantes vivaces qui pousse dehors et émet des racines adventives à sa partie inférieure.

Zostéracée : graminée vivace, immergée et couvrant parfois de grandes surfaces dans les zones peu profondes appelées herbiers.

L'aménagement des plages artificielles du Mourillon

par Jean-Marie Astier (1, 2), Alain Castel (2), Philippe Tailliez (2) et Jean Tiné (3)

Les terre-pleins et plages artificielles représentent une menace pour l'équilibre écologique du bord de mer. Ils détruisent irréversiblement, par recouvrement, la partie de la mer la plus riche en faune et en flore. En effet, la frange côtière entre 0 et 20 m (étage infralittoral) est une zone où la lumière pénètre suffisamment pour permettre le développement de l'herbier de posidonies et de la plupart des algues qui contribuent à oxygéner les eaux littorales et à nourrir des milliers d'espèces animales ne pouvant se développer à de plus grandes profondeurs. Sur le littoral de la Côte d'Azur, la plupart des terre-pleins sont construits sur un herbier de posidonies, écosystème de très haute productivité en biomasse. Tel est le cas des plages artificielles du Mourillon à Toulon.

Les aménagements des plages artificielles du Mourillon ont débuté en 1964. Avant cette date, comme en témoignent toutes les observations des pêcheurs et plongeurs locaux, les fonds marins de la rade des Vignettes étaient recouverts d'un très dense et très vigoureux herbier de posidonies, siège d'une intense vie marine, affleurant, par endroits, en récif-barrière, le long du littoral.

Dès le début des travaux, ce littoral, institué en zone de décharge autorisée, a fait l'objet de déversements massifs de terre, gravats, déchets d'entreprises. Ces mêmes observateurs ont été les témoins de la dégradation progressive de cet herbier par envasement, constat alarmant. Mais ce n'est qu'à partir de 1973, après création et mise en place de la Commission extra-municipale ECOMAIR, qu'une première étude ayant un caractère d'objectivité et de rigueur scientifiques concernant les fonds marins de la rade des Vignettes a pu être réalisée, suivie, cinq ans après, en 1978, d'une seconde et similaire étude. Ces deux études ont été réalisées avec le concours de la Marine nationale à Toulon. Au terme et en conclusion de ces deux constats, une évaluation a pu être faite des superficies gagnées sur les fonds marins, par recouvrement, soit 22 hectares, et de celles détruites ou dégradées essentiellement du fait de l'envasement, soit 236 hectares. Une telle destruction est de même ordre de grandeur que celle d'un égout d'une grande agglomération déversant ses effluents non épurés sur un herbier de posidonies (4).

I - Le Mourillon avant 1960

Avant 1960, le littoral du Mourillon offrait l'aspect normal de la côte rocheuse méditerranéenne, telle qu'on peut la voir actuellement à partir du cap Brun. La colline descendait presque jusqu'à la mer, séparée d'elle simplement par le boulevard construit au début du siècle et par de petites plages étroites où les Toulonnais avaient l'habitude de se promener et de se baigner. A l'harmonie des arbres, végétaux terrestres (la colline Lamalgue était peu urbanisée) correspondait celle des végétaux sous-marins, un récif-barrière de posidonies qui tapissait les fonds sur toute la longueur de la côte du Mourillon, soit 1,7 km. Cet herbier, inscrit sur les cartes dès qu'elles indiquent la nature des fonds (Archives du Port de Toulon 2 K² 238, 1839) était si vivant que les constructeurs du port Saint-Louis avaient soigneusement étudié la manière d'empêcher les feuilles mortes de posidonies d'en encombrer le plan d'eau (Archives du Port 2 K¹ 32). Il contribuait à casser la houle du large, à protéger la côte contre l'érosion et à fixer les fonds marins. Cette zone de hauts fonds, riche en espèces et à forte productivité d'oxygène, reconnue par les pêcheurs et marins comme « frayère » était un lieu de pêche active en toutes saisons, et plus particulièrement en hiver où les conditions météorologiques contraignaient, bien souvent, certains pêcheurs professionnels mourillonnais à ne pas trop s'éloigner du port Saint-Louis et à caler leur filet « tramail » ou « entremaille » précisément sur ce récif-barrière de posidonies. Ce filet, placé par petits fonds, forme un barrage du fond à la surface. On y capturait de nombreuses espèces : mustelles*, rascasses, gros labres, rougets, saupes, oblades, grosses bogues, girles, sars, pataclets canthres*, mourmes*, bogueravelles, capélans, severeaux*, anguilles, daurades...

Ce domaine de pêche, cet herbier de posidonies à fleur d'eau, a été recouvert par les décombres et gravats. Une partie a subsisté encore, jusqu'en

Le littoral du Mourillon en 1960. Au fond, le port et le fort Saint-Louis. En noir, invisible par transparence, le récif-barrière de posidonies. Au centre de cet herbier, une tache blanche, située au débouché de la rivière Eygoutier, signale une disposition des posidonies sur deux hectares.

(1) Université Aix-Marseille III (St Jérome).
(2) Commission extra-municipale ECOMAIR Toulon
(3) Marine Nationale, Bureau d'études antipollution, 83000 Toulon naval.
(4) Voir Bulletin n° 3, article page 13.

1979, à l'est, au terminus du Mourillon et présentait la particularité de fleurir régulièrement et abondamment (GIRAUD, 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia Oceanica*. Thèse).

L'Eygoutier, ou rivière des Amoureux, se jette au Mourillon. Elle était peuplée de cyprinidés*, chevesnes* notamment. A sa sortie, l'herbier n'était absent sur guère plus de deux hectares et l'on pouvait pêcher de petites anguilles, des poissons-ventouses et des mustelles.

Le Mourillon était donc un exemple d'équilibre écologique que les travaux sont venus rompre de façon irréversible.

II - Historique de l'aménagement

Les travaux d'endigage du Mourillon, programmés à partir de 1959, ont connu plusieurs étapes jusqu'en 1980 et semblent en voie d'achèvement. En voici la chronologie succincte :

1958 - M. Jean-Marie Blanc, juge au tribunal de Commerce, exprime le souhait que soit réalisé un établissement balnéaire au Mourillon en gagnant sur la mer *(Le département du Var et l'expansion économique* p. 115-120).

1959 - Projet de « Croisette du Mourillon » par la Chambre de Commerce de Toulon et du Var, avec endigage gigantesque et projet immobilier. Campagne d'opposition dirigée par l'Amiral Sénès.

1962 à 1965 - Premiers travaux d'endigage.

1965-1966 - Première enquête publique. M. Arnal, commissaire enquêteur et entrepreneur ne tient pas compte des oppositions.

1968 - Concession à charge d'endigage accordée à la Chambre de commerce. Les travaux devront être effectués dans un délai de 6 ans.

1970-1972 - Travaux importants d'endigage. L'Amiral Sénès fait annuler par le Tribunal administratif de Nice (jugement confirmé par le Conseil d'Etat) la déclaration d'utilité publique, ce qui voue à l'échec le projet immobilier. Premières observations de régression de l'herbier par sa limite profonde. J.-M. Astier constate : « Nous pouvons observer à proximité de ces travaux au Mourillon, la mer jaunie par les particules argileuses provenant des décharges. La turbidité de l'eau est importante, la lumière étant rapidement absorbée, les végétaux marins, dont les posidonies, ne peuvent réaliser la photosynthèse de manière optimale. Il suffit de plonger pour observer que les limons recou-

QU'EST CE QUE LA POSIDONIE ?

La posidonie tire son nom de Poseidon, Dieu de la mer de la Grèce antique. Nom attribué à juste titre car c'est le végétal marin le plus évolué, c'est une plante à fleurs, une phanérogame.

Elle appartient à la classe des monocotyledones comme l'iris, le poireau, les graminées... La ressemblance avec ces plantes est frappante ; (feuilles longues, rubannées, à nervures parallèles, groupées en faisceaux de 6 à 7 feuilles) ; pourtant le profane pense que dans la mer il ne peut exister que des algues et il l'appelle « algue ». Les pêcheurs qui sont de très bons observateurs la nomment souvent « herbe » et les prairies de posidonies « herbier ». Les fleurs apparaissent à la fin de l'été et les fruits se forment en hiver, ils sont mûrs à la fin du printemps et ont alors la taille et la forme d'une olive.

Les posidonies perdent leurs feuilles de septembre à février. Les vagues déposent sur les rivages des amas de feuilles mortes de couleur marron qui finissent par former des banquettes de feuilles mortes de 1 à 2 mètres de hauteur.

Les posidonies n'existent qu'en deux endroits du globe :
— en Méditerranée *(Posidonia oceanica)*,
— et sur les côtes sud de l'Australie *(Posidonia australis)*.

Les herbiers sous-marins de posidonies bordent nos côtes jusqu'à une profondeur de 20 à 40 mètres. Leur rôle écologique est irremplaçable, comparable à celui joué sur terre, dans notre région, par la forêt de chênes verts. Sa productivité en matière vivante (biomasse) est une des plus élevées du globe, analogue à celle des étangs ou des champs de céréales.

— 1 mètre carré d'herbier représente une longueur de feuilles de 1 200 à 1 300 mètres pouvant produire plus de 10 litres d'oxygène par 24 heures.

L'herbier de posidonies abrite une faune variée qui y trouve sa nourriture.
— poissons : labres, girelles, sarrans, rascasses, saupes, blades, sars, etc.
— mollusques céphalopodes : seiches, poulpes.
— crustacés : langoustes, crevettes, crabes.
— coquillages : mollusques bivalves, mollusques gastéropodes.
— tuniciers : violets, pompons.
— vers.
— éponges.

C'est le lieu de ponte de nombreuses espèces ; c'est le terrain de chasse des espèces voraces.

L'herbier de posidonies est donc la partie riche de la mer Méditerranée, c'est aussi celle qui est la moins respectée par l'homme, par ignorance, négligence et au nom d'une économie de profit à court terme.

Rôle de protection des fonds meubles et des rivages :

L'herbier de posidonies contribue à la fixation des sédiments meubles. Sa disparition entraîne un surcreusement des fonds et une érosion des plages.

Les mattes des récifs-barrières jouent un rôle d'amortisseur de houle, les vagues étant brisées, les rivages sont protégés.

Mattes, âge et croissance des posidonies

Comme les iris des jardins, les posidonies se multiplient par formation de nouvelles tiges et par bouturages de morceaux de rhizomes ; la croissance horizontale des rhizomes de posidonies (reptation de la plante) est de 5 à 25 cm par an si elle ne rencontre aucun obstacle. Si les plants de posidonies se gênent les uns les autres, la croissance est ralentie (d'après G. Cooper). Il peut en résulter un lacis de rhizomes emprisonnant du sédiment et formant des terrasses sous-marines appelées mattes.

Ces mattes croissent verticalement produisant une élévation des fonds marins de 10 cm à 1 mètre par siècle. Leur hauteur peut atteindre 8 mètres. L'étude de ces mattes montre que les posidonies qui les forment sont âgées de plusieurs millénaires (3 mètres de matte, 2000 ans pour les posidonies qui recouvraient la galère de la Madrague à Giens : fouilles de Tchernia et Pomet).

Si cette croissance des mattes se fait par faible profondeur il y a formation d'un récif-barrière de posidonies (Lido, terminus du Mourillon, lagune du Brusc, baie de Port-Cros).

J.-M. ASTIER

vrent les mattes et engluent les frondes des posidonies (5) ».

1973 - Premier bio-inventaire des fonds marins de la rade des Vignettes par la Commission extra-municipale ECOMAIR avec le concours du Groupe des plongeurs démineurs de la Marine nationale (3e G.P.D.).

1974 - Nouveaux travaux d'endigage portant à 16 hectares les terre-pleins. Aucun équipement ne verra le jour à la surface des terre-pleins avant 1979.

1976 - Rachat des terrains et de la concession par la ville de Toulon pour 5 millions de francs. Prolongation de 3 ans du délai d'exécution des travaux.

1977-1978 - 2e bio-inventaire des fonds de la rade des Vignettes par ECOMAIR avec l'aide du 3e G.P.D. et du B.E.A. (Bureau d'études anti-pollution) de la Marine nationale. Constatation d'une importante régression. L'enquête publique, confiée à nouveau à M. Arnal, montre une opposition majoritaire au projet, mais le commissaire n'en tient pas objectivement compte. La décision permettant de nouveaux endigages est prise par le Préfet du Var, comme dans le cas du Port de Nice jouxtant l'aérodrome, quelques semaines avant la date d'application de la loi rendant obligatoires les études d'impact.

1978 - Malgré ces constats, reprise des endigages au Lido et dans l'anse centrale. Occupation des plages par l'Union des associations pour la défense du littoral mourillonnais regroupant 40 associations et comités d'intérêt local représentant tous les milieux et toutes les opinions et évacuation par la police (18-22 septembre 1978). Requête déposée au Tribunal administratif de Nice, puis, après rejet du sursis à exécution, en Conseil d'Etat (l'instruction est en cours).

1979 - Extension des endigages vers l'est sur 5 hectares. Le Maire de Toulon promet qu'il s'agit des derniers gains sur la mer au Mourillon. Premiers travaux d'équipement des terre-pleins.

Entre 1974 et 1978 les seuls aménagements réalisés ont été le renouvellement du sable des plages, le renforcement des digues en enrochement, la construction d'un nouvel épi sur la partie ouest des endidages et le déplacement de l'embouchure de la rivière Eygoutier. De la plage du Lido, elle a été déplacée en 1977 jusqu'au bout de la digue frontale

Vue générale des plages artificielles du Mourillon en 1973. L'endigage réalisé de 1970 à 1972 conservera cet aspect jusqu'en 1977. Par transparence, en noir, l'herbier de posidonies.

Amélioration de la technique de comblement par endigage préalable (1979) à l'est des plages artificielles. Le récif-barrière de posidonies (en noir), photo de gauche, est condamné à disparaître; les eaux sont boueuses (photo de droite).

Plages artificielles du Mourillon (en 1973) (terre-plein ouest) et plage du Lido. Le canal visible sur la photo est l'embouchure de la rivière Eygoutier (1973-1977). En brun-roux, la matte morte du récif-barrière de posidonies.

(5) Régression de l'herbier de posidonies en rade des Vignettes à Toulon. *In* : Annales de la S.S.N.A.T.V., 1972 : 97-103.

Aménagements de la plage du Lido en 1978. Déversement de « tout venant » directement à la mer.

Les éléments fins (environ 10 %) sont emportés par la mer.

ouest. Les eaux canalisées par une conduite débouchent au niveau de la mer.

En 1978, au Lido, au lieu de rejeter directement de la terre à la mer comme pour les endigages antérieurs, il a été déversé du tout venant de carrière comportant une part importante d'éléments grossiers et une fraction (environ 10 % de particules fines rapidement emportées par la mer). Pour les grands travaux d'extension à l'est, (1979) il a été effectué des enrochements préalables avant les comblements avec des matériaux de toute nature.

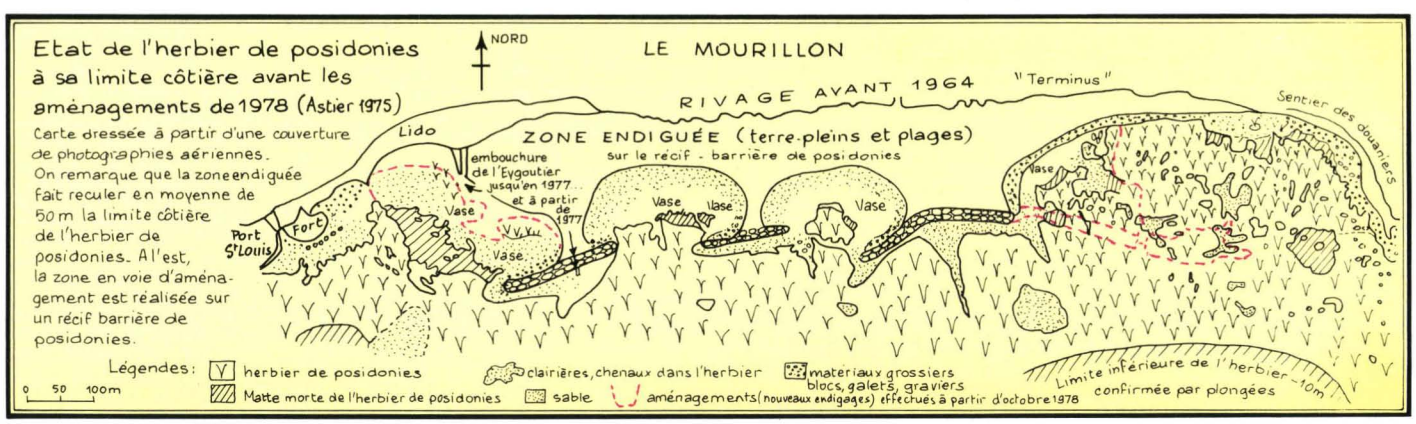
III - Etudes antérieures à 1977

Dès 1971, des observations en apnée ont permis de constater la régression de l'herbier de posidonies en rade des Vignettes.

L'A.V.S.A.N.E. (Association varoise pour la sauvegarde de l'agriculture, de la nature et de l'environnement) dans ses bulletins n° 2 (1971) et 3 (1972) et la S.S.N.A.T.V. (Société des sciences naturelles et d'archéologie de Toulon et du Var, Annales 1972), faisaient état de l'ennoyage de l'herbier (dépôt sur les feuilles et colmatage des rhizomes), de la forte turbidité empêchant la photosynthèse de se réaliser (donc recul de l'herbier par sa limite profonde) et de l'état encore vigoureux de l'herbier à proximité des digues (Astier, Etudes 1972).

Ces observations ont été précisées par le bioinventaire des fonds de cette rade par la Commission extra-municipale ECOMAIR.

Dès sa création, en avril 1973, la Commission extra-municipale d'écologie marine ECOMAIR entreprit avec l'aide de la Marine (3e G.P.D.) une étude d'impact dans cette zone critique. Pour cartographier les peuplements marins et, en particulier, l'herbier de posidonies, la méthode employée était celle de « radiales de prospection ». Elle consiste à effectuer



à l'aide de plongeurs un trajet sous-marin, en suivant un cap à la boussole et à lâcher des bouées chaque fois qu'une observation doit être portée sur la carte. Ainsi 67 radiales, perpendiculaires à la côte, couvrant une superficie de 250 ha, furent réalisées avec la participation de 37 plongeurs. Cette méthode, précise et laborieuse, a permis d'inventorier, avec une grande précision, (une radiale tous les 30 mètres) la zone comprise entre la grande jetée et le terminus du Mourillon jusqu'à une profondeur de 15 à 20 mètres. Une carte au 5.000e a été dressée. Une couverture photographique aérienne a permis de préciser la limite littorale de l'herbier. Il est apparu que l'herbier de posidonies est réduit à une bande de 150 mètres de large au sud des plages artificielles, et se présente, ailleurs, comme une mosaïque formée de massifs d'îlots d'herbier, des mattes mortes et de vase avec de nombreux rhizomes morts de posidonies. Une gangrène grignote l'herbier par sa limite profonde (ASTIER, 1975 Annales S.S.N.A.T.V.) et l'herbier est souvent englué par les argiles.

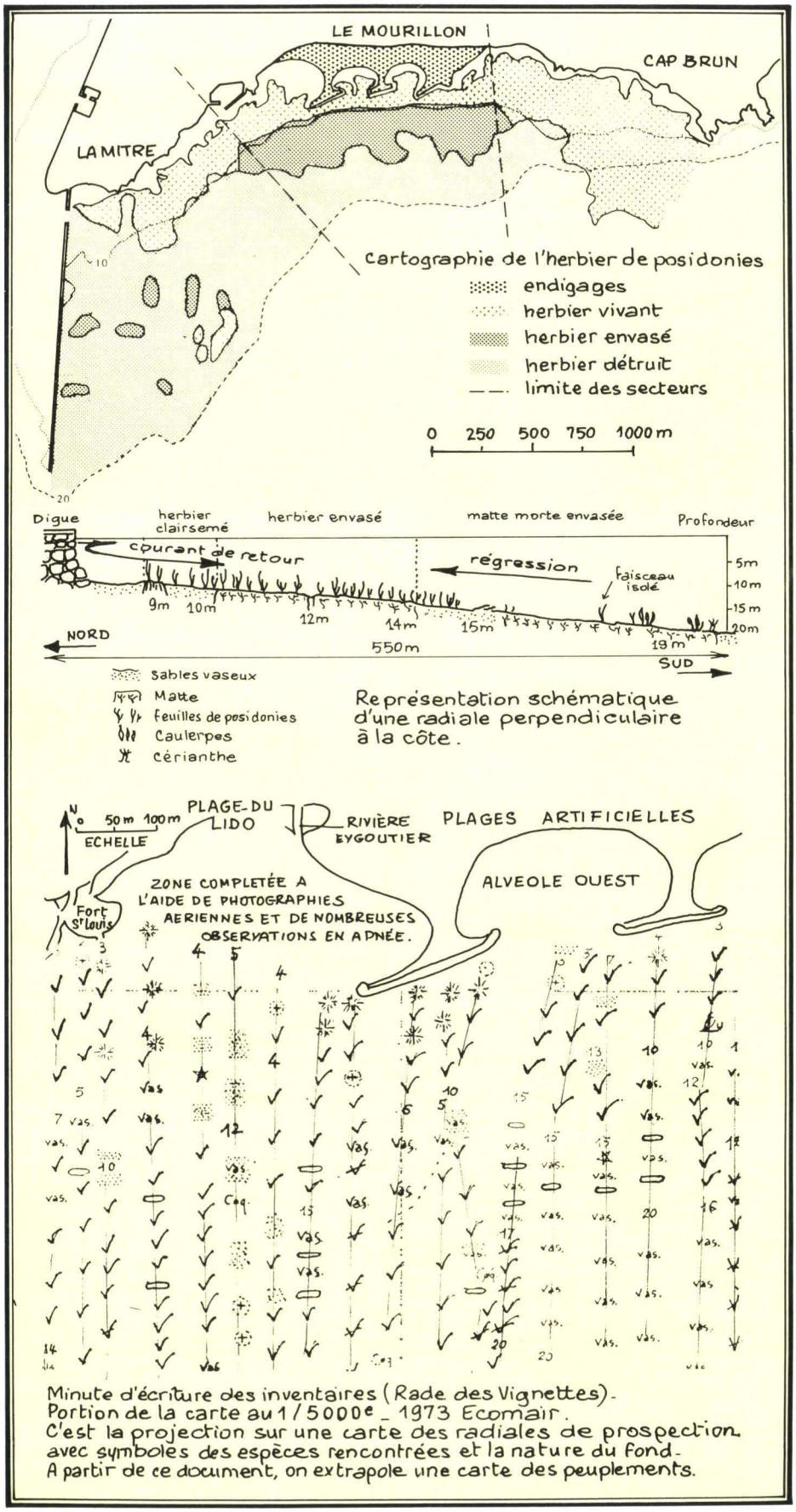
Un projet de balisage de cette limite était prévu au programme d'ECOMAIR en 1974 mais le passage régulier des ganguis (chaluts raclant le fond) n'a pas permis de réaliser cette opération.

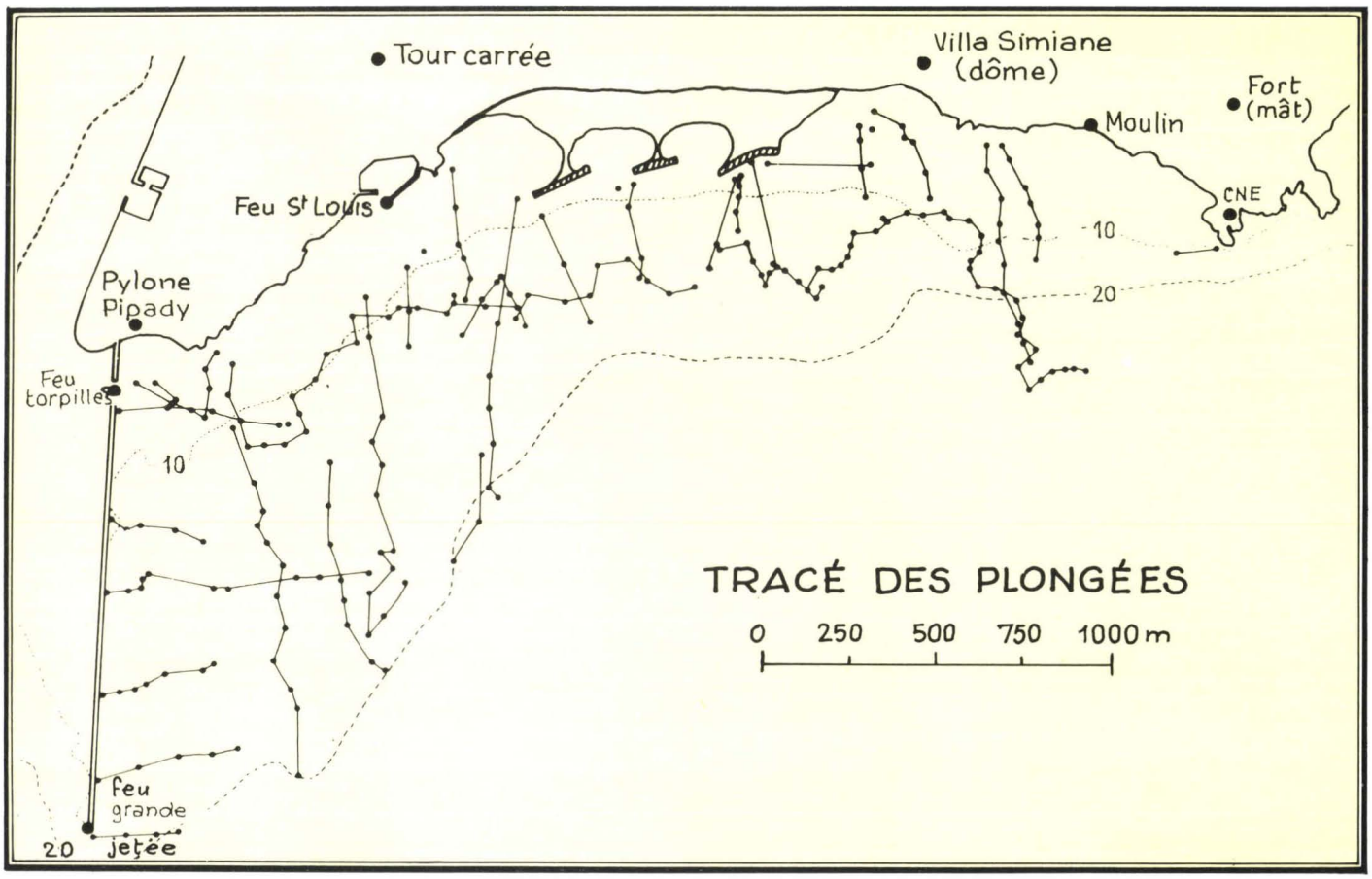
IV - Le second bio-inventaire (1977-1978)

L'étude du site a été réalisée entre le 4 juillet 1977 et le 4 avril 1978, par observation directe des fonds en scaphandre autonome. La méthode choisie consiste à suivre la limite profonde de l'herbier de posidonies, tout en notant son aspect. Les autres formes de végétation ainsi que la faune rencontrée sont également notées. Les modifications du milieu et les identifications de la limite de l'herbier sont signalées à la surface au moyen de bouées à ancrage, larguées au niveau du fond par les plongeurs.

Des radiales effectuées à partir de cette limite dans la direction du rivage ont permis d'observer l'état de l'herbier. En surface, la position de ces bouées est immédiatement déterminée par relèvement à l'aide d'un cercle hydrographique.

A la fin de la plongée, les notes prises par les plongeurs sont transcrites sur un document portant la position des bouées. Ultérieurement, ces points sont placés sur une carte au 1/5000e et reliés entre eux pour visualiser le tracé des différentes plongées. Ainsi, il est possible, sur cette carte, de délimiter les zones





d'herbier sain ou dégradé, de différencier les milieux touchés par la pollution des milieux épargnés.

Cette zonation est portée sur la figure de gauche.

La limite supérieure de l'herbier est cartographiée à partir de photographies aériennes.

Une deuxième partie de cette étude permet d'apprécier quantitativement l'importance des zones touchées par la pollution. La méthode consiste à calculer les surfaces correspondant aux différentes zones délimitées dans la première partie, à savoir les aires restructurées, les zones d'herbier détruit, dégradé ou sain. Ces surfaces sont calculées de deux manières différentes préconisées par Meinesz et Lefèvre en 1976 :

A - la carte est reproduite sur du papier cartonné, les zones sont découpées et pesées à l'aide d'une balance de précision (METLER H 10 W précision de 0,1 mg) et comparées avec le poids d'un papier identique de surface connue.

B - les zones sont mesurées sur la carte à l'aide de papier millimétré transparent et extrapolées à une surface réelle en utilisant le rapport d'échelle de la carte.

La zone restructurée représentait 16 ha gagnés sur la mer, principalement sur le récif-barrière de posidonies au moment de l'étude. Elle couvre actuellement 22 hectares.

• **Herbier vivant** - Cette zone s'étend d'est en ouest, de la grande jetée au cap Brun. L'herbier ne possède pas partout la même vitalité mais la présence de frondaisons indi-

ECOMAIR

La commission extra-municipale ECOMAIR a été créée à Toulon, en avril 1973, dans le cadre de la Délégation de l'environnement et des espaces verts présidée par le Dr François Trucy, adjoint au maire.

Cette commission est animée par le Commandant Philippe Tailliez, son responsable scientifique étant M. Jean-Marie Astier.

Elle réalise des études du milieu marin, de Sicié à la presqu'île de Giens.

Ses travaux sont menés grâce au concours bénévole de grandes collectivités et de personnes qualifiées.

Afin de mieux protéger la mer, ECOMAIR a décidé de dresser un véritable cadastre des fonds marins et de mettre à la disposition des pouvoirs publics un constat des inventaires biologiques et sédimentologiques. Aussi, deux bio-inventaires ont été effectués en 1973, en rade des Vignettes et en 1978 avec l'aide de la Marine. Depuis 1974, cette commission a entrepris une prospection au droit des douze émissaires de rejets urbains de Sicié à Giens, afin de déterminer l'impact cumulatif des effluents sur les fonds marins. Ces cartes sont complétées par des photos aériennes et des photos sous-marines. Pour ces études, il est fait appel, notamment, aux plongeurs-démineurs de la Marine Nationale. Un des assistants scientifiques de la Fondation océanographique Ricard, M. Escoubet, a également pris part à des plongées.

La commission ECOMAIR espère ainsi apporter aux pouvoirs publics et aux hommes de bonne volonté des éléments scientifiques suffisants pour permettre une concertation en vue d'effectuer un choix pour l'avenir de la cité et de la mer.

que que les conditions du milieu demeurent favorables au développement de la plante. Devant la Mître et le Mourillon, l'herbier est relativement clairsemé, les feuilles sont courtes et le nombre de feuilles par faisceau est faible. Par contre, plus à l'est, devant le cap Brun, l'herbier est dense et ne présente pas de signes apparents d'altération. Une partie de cet herbier, recouvert en 1979, situé à l'est des plages artificielles était remarquablement dense ; il donnait lieu à une floraison et à une fructification importante constatées entre l'automne 1975 et le printemps 1976 par Giraud. La floraison des posidonies revêt une importance considérable lorsqu'on sait que leur reproduction sexuée demeure rare en Méditerranée occidentale, le bouturage naturel étant le mode de reproduction le plus courant (étude PERES et PICARD, 1975).

Cette zone, représentant 78 hectares, est peuplée d'une faune variée, sessile (éponges, ascidies, anémones, etc.) et vagile (poissons, holothuries, astérides, oursins, etc.).

• **Herbier envasé** - Cette zone se situe devant les plages artificielles du Mourillon entre 10 et 15 m de profondeur et par taches à l'est de la rade. Elle représente 37 hectares. Les feuilles de posidonies apparaissent, le plus souvent, couchées, couvertes d'épiphytes* (diverses diatomées* coloniales, des bryozoaires* et des hydroïdes* fixés sur les feuilles).

Le substrat contient une fraction fine importante, formant un nuage turbide après le passage des plongeurs. Ainsi, l'ennoyage des pieds de posidonies montre que la sédimentation intense de particules fines n'est pas compensée par la croissance verticale des rhizomes.

La limite méridionale de cette zone et celle de la zone précédente de part et d'autre du Mourillon constitue ce que nous avons appelé la limite profonde de l'herbier.

Elle se situe dans des fonds relativement faibles par rapport aux profondeurs maximales habituellement observées dans la région. Cette frange est représentée par quelques faisceaux foliaires isolés, des rhizomes déchaussés, couchés ou exempts de frondaison. Elle s'apparente à la description de la « limite d'herbier de type 2 en régression » donnée par Meinesz et Laurent en 1976.

• **Herbier détruit** - Cette zone est la plus importante en superficie — 199 hectares — et occupe la majorité des fonds inférieurs à 20 mètres situés à l'ouest de la rade des Vignettes.

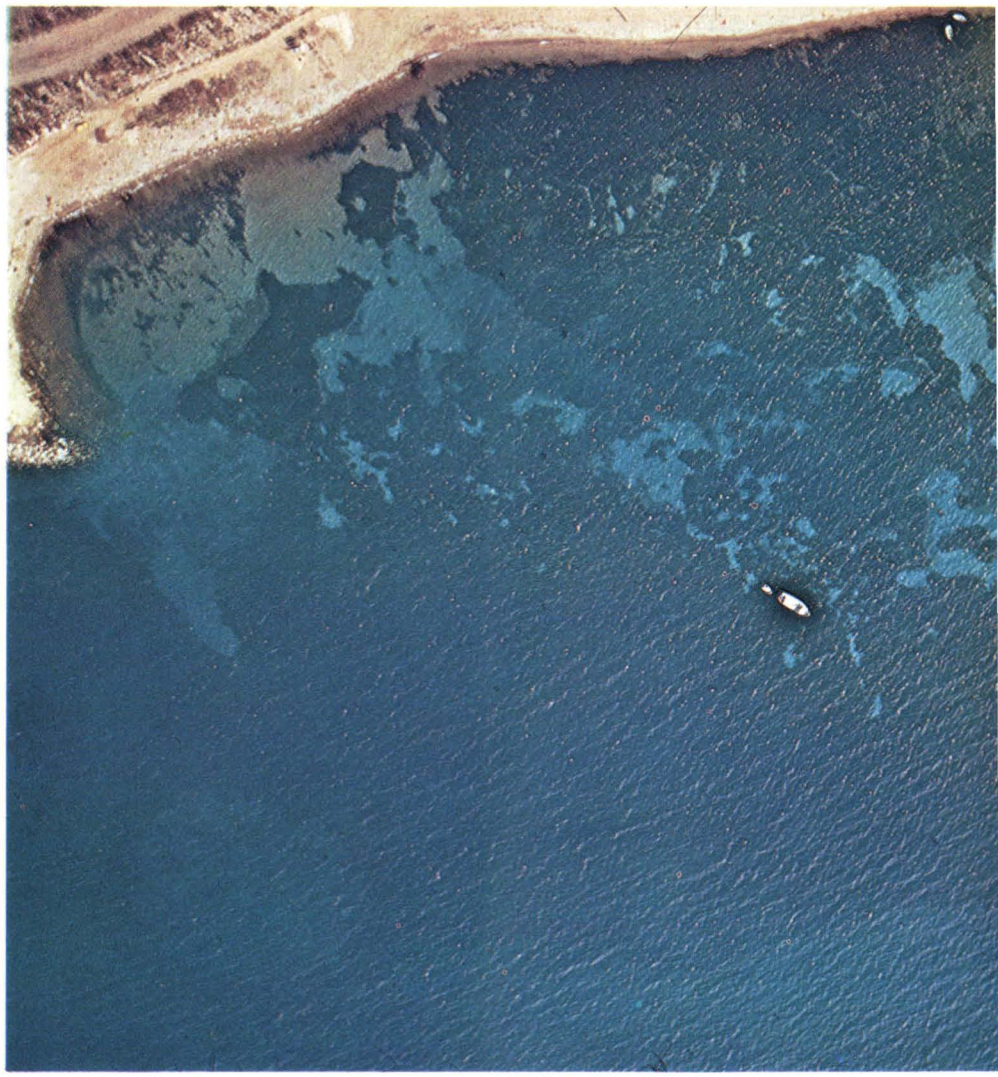
Le substrat est constitué soit par une matte morte, soit par les vestiges d'un herbier à développement horizontal. Dans les deux cas, il ne subsiste que des rhizomes et des pieds de posidonies morts et fortement envasés. La radiale représentée sur la figure ci-contre est perpendiculaire à la digue frontale ouest. Les zones décrites précédemment sont représentées schématiquement.

Entre 9 et 10 mètres de profondeur, à proximité des enrochements, subsiste un herbier clairsemé, ayant conservé sa vitalité.

Plus bas, vers 10 à 14 mètres, l'herbier présente une vitalité réduite. La base des faisceaux est ennoyée par des sédiments vaseux, les feuilles sont courtes et couvertes d'épiphytes.

Au-delà de 14 à 15 mètres seuls quelques faisceaux foliaires sont rencontrés sporadiquement. La matte morte et des îlots témoins attestent la régression de l'herbier dans ces fonds.

Sur la matte morte, elle-même recouverte de particules fines et de fibres rouies de posidonies, se sont installées des caulerpes*, pouvant former des taches de un à plusieurs mètres de diamètre.



Fonds marins à l'est des plages artificielles (1973-1979). En 1979, l'extension des terre-pleins a condamné l'herbier. En haut, à gauche, il est détruit par envasement. En bas, on aperçoit sa limite profonde.

Le tableau ci-contre représente la superficie des différentes zones pour les 3 secteurs suivants, en fonction de la bathymétrie :

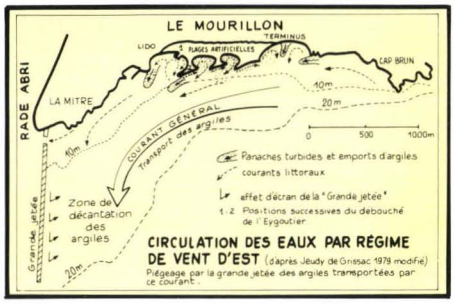
• La Mître, de la grande jetée au port Saint-Louis ;
• Le Mourillon, du port Saint-Louis à la limite orientale des endigages ;
• Le cap Brun, des endigages à la pointe du cap Brun.

Pour l'uniformité des résultats, il n'a pas été tenu compte de la zone d'herbier vivant située au-delà de 20 mètres de profondeur dans le calcul des surfaces.

Dans le secteur de la Mître, l'herbier se développe dans les fonds inférieurs à 10 mètres. Au-delà, seuls subsistent quelques îlots témoins, le plus souvent envasés et en voie de régression. La disparition de l'herbier

A 15 m de profondeur. Limite d'herbier en régression. Aspect bouleversé de l'herbier qui recule. Les feuilles sont couchées, les rhizomes déchaussés, beaucoup sont morts. L'envasement est important.

Herbier de posidonies en régression. Feuilles retombantes, envasées, recouvertes d'épiphytes. La base (matte) est ennoyée par le dépôt d'argile.



Etat des herbiers, par secteurs, selon la bathymétrie.

Etat des herbiers		LA MITRE	LE MOURILLON Port St Louis. Plages artificielles	CAP BRUN	total
0-10m	herbier vivant	**23 ha** 77%	10 ha	**31 ha**	**64 ha** 59%
	herbier envasé	0 ha 0%	3 ha	0 ha	3 ha 2,5%
	herbier détruit	7 ha 23%	32 ha (dont 22 ha sous les terre-pleins)	3 ha	42 ha 38,5%
10-20m	herbier vivant	4,5 ha 3,5%	0 ha 0%	10 ha	14,5 ha 7%
	herbier envasé	4 ha 3%	29 ha 53%	1 ha	34 ha 16,5%
	herbier détruit	**120 ha** 93,5%	26 ha 47%	11 ha	**157 ha** 76,5%

Ce tableau montre :
1° Qu'entre 10m et 20m de profondeur, les fonds sont beaucoup plus dégradés qu'entre 0 et 10 m où seulement 2,5 % sont envasés. Cela est dû aux courants de retour, et à l'épaisseur d'eau moins grande qui facilite la photosynthèse.

2° Au sud et à l'ouest des plages (secteur La Mitre) les herbiers sont proportionnellement plus envasés ou détruits. Cela est dû au courant général par vent d'est.

Total de 0 à 20m	
herbier vivant	**78,5 ha** 25%
herbier envasé	**37 ha** 12%
herbier détruit	**199 ha** 63%

concerne plus de 80 % de l'ensemble du secteur, et 93 % (120 ha sur 128,5) entre 10 m et 20 m. Devant le Mourillon, la zone envasée est relativement plus importante ; seule une étroite frange d'herbier vivant se développe dans les fonds inférieurs à 10 mètres. Au-delà de 10 mètres, 47 % (26 ha) de l'herbier sont détruits et 53 % (29 ha) sont en voie de disparition. La totalité de l'herbier est donc détruit ou envasé. Dans le secteur du cap Brun, la proportion d'herbier sain est supérieure et plus particulièrement en-deçà de l'isobathe de 10 mètres ; sa limite profonde atteint 32 mètres. Ainsi, pour l'ensemble de ce secteur, 73 % de l'herbier conservent une vitalité importante.

Les zones les plus touchées sont situées au-delà de 10 mètres de profondeur. Dans toute la rade des Vignettes, 25 % de l'herbier de posidonies est vivant.

La comparaison entre les deux bio-inventaires met en évidence une augmentation très nette des zones d'herbier détruit durant les dernières années. L'inventaire de 1973 signale, en effet, de larges plages de posidonies vivantes à l'est de la grande jetée dans les fonds supérieurs à 10 mètres. Dans le secteur du Mourillon, les zones d'herbier dégradé occupaient déjà une place importante, mais l'envasement n'atteignait pas son niveau actuel.

V - Interprétation des résultats

Les posidonies appartiennent à l'étage infralittoral et se développent, le plus souvent, sur un substrat meuble, dans les fonds inférieurs à 35 mètres. La limite profonde de ce peuplement est déterminée par l'intensité lumineuse compatible avec un rendement positif de la photosynthèse. La localisation de cette limite, appelée « profondeur de compensation » dépend de la transparence des eaux. Toute augmentation de turbidité provoque une remontée de la profondeur de compensation et donc une dégradation de la partie profonde de l'herbier.

L'observation des fonds de la rade des Vignettes traduit parfaitement ce phénomène. Les zones situées à proximité du rivage conservent une certaine vitalité. La dégradation est croissante vers les zones plus profondes.

La présence d'îlots témoins survivant dans les zones d'herbier détruit et la formation de poches de dégradation pénétrant dans des zones d'herbier vivant plus côtières montrent bien que le peuplement disparaît à partir de sa limite profonde.

Pour ce qui concerne les causes de cette disparition, une seule hypothèse sérieuse, celle du rôle prépondérant de l'impact des plages artificielles peut être avancée; nous en avons acquis la conviction depuis plus de dix ans que nous observons la rade des Vignettes et que nous collectons les données.

En voici le mécanisme :

1 - Pendant des années, on a directement déversé à la mer de la terre et des matériaux de faible granulométrie. Un bulldozer aplanissait les tas de terre.

2 - Lors des fortes houles toute cette terre était emportée et il ne restait que les gros éléments ne représentant qu'environ 10% du volume rejeté.

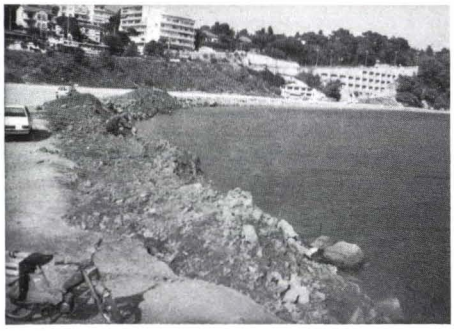
3 - Cette terre se répand sur les herbiers de posidonies et les étouffe. Les argiles floculent sous l'action des sels marins, favorisant la sédimentation. La turbidité des eaux augmente. Par régime de vent d'est, les eaux sont très boueuses; il y a mort de l'herbier à sa limite profonde qui ne reçoit pas suffisamment de lumière. Cette régression peut être suivie par la présence de mattes mortes, de faisceaux isolés, d'îlots témoins. Pour comprendre l'étendue de cette dégradation vers l'ouest et la poche de régression à l'est, il convient d'analyser le régime hydrodynamique de la rade des Vignettes.

Jeudy de Grissac, dans son étude *Impact des aménagements littoraux* CNEXO, 1979, explique la circulation des eaux superficielles.

Par régime de vent d'est (146 jours par an), le courant général d'est en ouest superficiel emporte les argiles remises en suspension par la houle. Buttant sur la grande jetée, il se produit une zone de décantation au sud-ouest à 1,5 km des plages artificielles, ce qui explique la disparition de l'herbier à l'ouest des plages et au sud de la Mître.

Après un coup de vent d'est, le courant général de surface tombe, la houle s'allonge et se creuse, l'observation permet de constater que la zone de pollution (eaux turbides) coïncide avec la zone d'herbier envasée ou détruite et explique la poche de régression (zone d'herbier mort) à l'est. Les observations, confirmées par les photographies aériennes, montrent la responsabilité des travaux d'endigage dans la dégradation de l'herbier, le recul de cet herbier par sa limite profonde (juste avant les travaux d'endigage); les commandants des petites unités de la Marine nationale ramenaient, par 20 m de fond ou plus, des touffes de posidonies en relevant les ancres; cela ne

Camion déversant directement de la terre à la mer.



Les tas de terre sont ensuite aplanis par bulldozer.

Par mauvais temps, toute la terre et les matériaux légers sont emportés, le terre-plein est profondément érodé et les fonds marins, plus au large, s'envasent.

Erosion des terre-pleins, par tempête du sud (coup de labé). Les vagues passent par dessus les digues.

veut pas dire que ce sont les ancres des bateaux de la Marine nationale qui sont la cause de la disparition de l'herbier, mais prouve, qu'avant 1964 l'herbier de posidonies descendait au-delà de la limite actuelle de 16 m.

Par coup de labé (vent du sud), les emports de terre sont les plus importants. Une érosion se produit sur les terre-pleins pourtant protégés par les digues.

Les contre-courants de fond participent également à la dispersion des argiles dans toute la rade des Vignettes.

Le long des digues et du rivage, les courants de retour emportent les argiles plus profondément et l'herbier est peu envasé par les fonds inférieurs à 10 m.

Toutes ces observations courantologiques imputent la dégradation de l'herbier de posidonies de la rade des Vignettes aux plages du Mourillon. Il ne saurait être question que les aménagements de Brégaillon, situés

Faisceaux isolés de posidonies sur matte morte. Ils témoignent du recul de l'herbier (profondeur 17 m).

Ilot témoin sur matte morte.
L'herbier a été détruit. Il subsiste encore quelque temps une touffe de posidonies peu vivace qui ne pourra pas coloniser la matte morte (profondeur 15 m).

à 4,5 km à l'intérieur de la rade abri, puissent intervenir dans cette dégradation. L'avancée de la Mître et la grande jetée, longue de 1,5 km, mettent la rade des Vignettes à l'abri des courants induits par le mistral (JEUDY DE GRISSAC, 1979), donc des eaux turbides provenant de la rade abri. Le mistral chasse les eaux superficielles vers le large, provoquant des remontées d'eaux profondes froides et claires.

Si les eaux sont claires, les posidonies profitent d'un maximum d'éclairement pour réaliser la photosynthèse.

De toutes façons, les arguments imputant la destruction de l'herbier de posidonies aux endigages de Brégaillon ne sont pas valables puisque l'herbier de posidonies de la rade des Vignettes était détruit avant que ne débutent ces travaux.

Conclusion

Les observations faites en 1977-1978, par leur comparaison avec les relevés antérieurs, confirment et rendent irréfutable le constat de régression de l'herbier de posidonies par sa limite profonde, conséquence du rejet en mer de matériaux destinés à la création des terre-pleins. Le phénomène se retrouve dans toutes les restructurations du rivage qui occupent une part de plus en plus importante de la côte méditerranéenne (11,08 % dans le Var, 17,18 % dans les Alpes-Maritimes, études MEINESZ, ASTIER et LEFEVRE).

Cette destruction est particulièrement grave pour quatre raisons principales :

- elle anéantit une surface vivante infiniment plus grande (15 fois pour le Mourillon) que celle des terrains « récupérés » qui, quelle que soit la valeur de leur aménagement, n'auront jamais l'intérêt écologique de l'herbier perdu.
- la vie sous-marine, intense dans les petits fonds, devient rapidement de moins en moins dense quand la profondeur augmente. La vie se développe, surtout en Méditerranée, le long des côtes. Combler ou dégrader les fonds littoraux, c'est à coup sûr détruire la partie la plus riche de la mer dont la plupart des espèces marines ont un besoin vital pour leur développement ou pour leur reproduction.
- les herbiers de posidonies contribuent à la stabilité des fonds marins et de la côte contre d'éventuels mouvements de la mer. La catastrophe de Nice est là pour convaincre qu'une restructuration du rivage ne se fait pas toujours impunément.
- les eaux des alvéoles des plages artificielles sont peu renouvelées et mal oxygénées, surtout en été, ce qui les rend parfois peu salubres. Elles sont souvent troubles. La forte pente sous-marine de ces plages n'est pas sans danger pour la baignade familiale.

Au terme de cette étude, la commission extramunicipale ECOMAIR est consciente que l'analyse des résultats et les conclusions publiées en octobre 1978 et reproduites ici n'ont pas été prises en compte et n'ont pas empêché la poursuite des endigages, notamment à l'est. Pourtant les travaux de bio-inventaire ont été conduits en toute impartialité et avec une extrême rigueur scientifique tant par ECOMAIR que par la Marine nationale. Force est de constater que les arguments qui ont été avancés pour justifier la poursuite des travaux découlent d'une interprétation tendancieuse de nos travaux.

Le Bureau d'études antipollution de la Marine nationale a repris des études à l'est de la zone endiguée. ECOMAIR lui apporte son concours. Puissent-ils être désormais mieux écoutés par les aménageurs du littoral ! Que soient sauvés les fonds marins du cap Brun et le sentier des douaniers, chargé d'histoire, qui les surplombe ! ■

* QUELQUES DEFINITIONS

Biomasse : quantité totale de matière vivante des organismes présents dans un milieu à un instant donné par unité de surface.

Canthre : encore appelé canthare ou brême de mer.

Caulerpe : c'est une algue verte ; elle se propage sur les rochers et les murs couverts d'algues. Est devenue rare en Méditerranée occidentale.

Chevesne : ou chevaine, poisson d'eau douce de la famille des cyprinidés.

Cyprinidés : poissons d'eau douce, comprenant les cyprins, carpes, tanches, goujons, gardons...

Diatomées : classe d'algues unicellulaires à squelette externe siliceux. Leur taille varie entre 2 et 400 microns. Elles sont pélagiques ou benthiques et jouent un rôle très important dans la production marine et dans la formation des sédiments.

Ecosystème : unité écologique appartenant à la biosphère, composée d'éléments vivants, animaux et végétaux et d'éléments inertes. Les écosystèmes sont des systèmes dynamiques fonctionnels de la biosphère à l'intérieur desquels les espèces vivantes sont à la fois productrices et consommatrices dans le cadre des chaînes alimentaires.

Hydroïdes : colonies de petites méduses buissonnantes.

Mourme : encore appelé morme ou marbré.

Mustelle ou motelle : poisson assez élancé, vit caché dans les prairies de posidonies ou dans les anfractuosités de rochers.

Severeau : poisson voisin du maquereau.

Le déchet. Déchéance ou sapience

Science sans conscience n'est que ruine de l'âme.
Sapience n'entre point en âme malivole.

par Françoise Cleac'h et Jean Portier*

Le déchet n'est pas un produit nouveau, comme pourrait le laisser croire l'intérêt soudain que lui porte notre époque. Des préhistoriens ont pu montrer que des grottes, des abris sous roches avaient été abandonnés par leurs occupants les jugeant trop encombrés des détritus divers résultant de leurs activités. Sans crise du logement et sans problème d'espace, ces premiers hommes quittaient un site et fixaient à quelque distance leur nouvel habitat, d'autant plus facilement qu'ils constituaient de petits groupes parfaitement en équilibre avec les ressources du territoire qu'ils contrôlaient.

Gazon enroulé prêt à l'emploi, Rio Rancho (Albuquerque - New Mexico - U.S.A.)

Aujourd'hui, nous ne pouvons plus migrer devant nos ordures en laissant la nature reprendre ses droits après notre passage : notre production de déchets a pris des proportions considérables, s'est concentrée avec notre mode de vie urbain, et la concurrence entre les différents utilisateurs potentiels de l'espace est de plus en plus vive.

Autour de notre Méditerranée, avec ses cent millions d'habitants actuels, ce sont, par exemple, 7,5 milliards de mètres cubes et 30 millions de tonnes d'ordures qui sont annuellement rejetés.

La notion de déchet

La notion de déchet, qui prend en compte des matériaux, des objets très variés : démolitions, ordures ménagères, monstres, véhicules, effluents de stations d'épuration, boues, fumées est très relative. Une Société, à un instant donné, définit ses déchets en fonction de son mode de vie et de ses connaissances techniques. Ainsi un déchet aux U.S.A. ou en Europe ne l'est pas forcément en Chine ou aux Indes.

Stade ultime d'une chaîne de production ou de consommation, il n'est à quelques exceptions près (déchets radioactifs, chimiques) source de pollution que par sa concentration, conséquence de notre civilisation urbaine et industrielle. Le sol, les végétaux, le milieu aquatique, l'air ne sont plus capables d'assurer leur rôle épurateur. L'homme doit pallier les processus naturels et avoir recours à des moyens de traitement, qui peuvent n'être qu'une accélération en volume restreint des processus naturels : lagunage, aération prolongée, fertilisation par exemple.

Le moyen de traitement

Qu'il s'agisse de traiter des déchets solides, liquides ou gazeux, on se trouve toujours devant la même alternative : diluer ou concentrer.

Les caractéristiques du milieu récepteur sont à l'origine d'un choix qui

Culture du gazon sous irrigation avec effluents à Rio Rancho (Albuquerque - New Mexico - U.S.A.)

Irrigation du golf de Santa-Fé (New Mexico - U.S.A.) par effluent. Au premier plan, zone non irriguée.

* Société du canal de Provence et d'aménagement de la région provençale.

n'est jamais une solution radicale et qui entraîne le plus généralement un transfert partiel de pollution tout en consommant de l'énergie.

Une station d'épuration qui reçoit un influent pollué restitue de l'eau (effluent) et des boues plus ou moins chargées. Mais on retrouve à l'aval ce qui a été apporté à l'amont. S'il rentre 100 mg/l d'azote, on en retrouve 75 mg/l dans l'effluent aval et 25 mg/l dans les boues. S'il entre 25 mg/l de P_2O_5, il ressort 13 mg/l dans les eaux effluentes et 12 mg/l dans les boues. Rejeter les effluents en rivière et stocker les boues en bordure de la même rivière sous la pluie, ou bien renvoyer boues et effluents en mer, oblige tout esprit lucide à s'interroger sur la logique d'une telle opération !

Pour supprimer ces transferts, les déchets bruts ou secondaires (déchets de traitement, boues, eaux résiduaires de station) peuvent être neutralisés ou recyclés.

Neutralisés : cette pratique, d'un coût en général élevé ne peut avoir que des utilisations limitées : produits toxiques, déchets radio-actifs coulés dans les résines. On obtient alors des produits stockables et inertes à condition que l'enveloppe résiste. Mais est-on sûr de la résistance des enveloppes lors des immersions dans les grandes fosses océanes et connaît-on bien les courants en ces endroits ? de même la pollution par les hydrocarbures — qui n'est pas, de loin, la moins importante des pollutions industrielles car les hydrocarbures libérés dans le milieu marin sont dégradés — n'est-elle pas plus dangereuse par l'emploi de certains produits dispersants ?

Recyclés, c'est-à-dire réinsérés dans un cycle ; dans ce domaine, les possibilités sont immenses mais encore peu explorées. Là — croyons-nous — réside une solution valable pour nos sociétés urbaines et industrielles où l'espace devient de plus en plus rare et cher.

Lagune de traitement, de finition des eaux résiduaires dans le parc du Golden Gate à San Francisco. (Californie - U.S.A.)

Plantations d'arbres et de luzerne sur un mélange d'ordures ménagères. Déblais du métro au plateau de la Mûre, Marseille.

Recyclage

On peut distinguer :
- le recyclage industriel dans les cycles artificiels,
- le recyclage naturel dans les cycles biologiques.

Nous ne parlerons pas ici de la récupération qui consiste, pour une industrie, à transformer, par un traitement approprié tous ses déchets en produits qui lui servent à nouveau de matière première (ex. certains métaux lourds) ou dans le process (ex. catalyseurs).

Par contre, le recyclage consiste à rechercher les complémentarités possibles entre les diverses industries, soit que le déchet — ou mieux sous-produit — d'une industrie serve de matière première à une autre industrie comme par exemple le sous-produit sulfate de fer qui peut être à l'origine d'un produit d'accélération de décantation des eaux, soit que plusieurs sous-produits permettent la constitution d'un produit utilisable.

Mais réutiliser et rechercher les complémentarités possibles entre les résidus de différentes industries implique une gestion rationnelle de ces nouveaux produits au niveau régional et peut être même national. Cette conception est à l'origine de la bourse des déchets.

Cet état d'esprit doit s'accompagner d'une limitation des gaspillages et des pertes à tous les stades de la production : c'est alors la recherche de « technologies propres », de « circuits fermés ». L'augmentation du prix des matières premières et de l'énergie devrait obliger les industriels à s'intéresser à ces réutilisations et entraîner indirectement une réduction de la pollution.

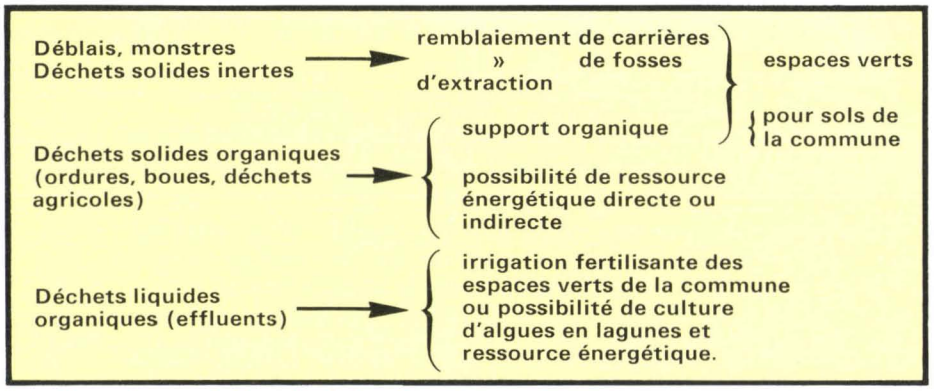
L'élaboration d'un produit avec une matière première vierge nécessite souvent beaucoup plus d'énergie que sa fabrication à partir de déchets lorsque celle-ci est possible : le gain est donc double. Ainsi l'élaboration de l'aluminium à partir de déchets, consomme 17 fois moins d'énergie qu'à partir de la bauxite et il faut 6 fois moins d'énergie pour traiter les vieux papiers que les fibres naturelles.

Les déchets organiques et biodégradables issus des industries agricoles ou agro-alimentaires, mais sur-

Expérimentation en cases lysimétriques sur l'utilisation de diverses boues de stations d'épuration en sylviculture. (S.C.P. - Le Tholonet - Aix-en-Provence)

tout les résidus urbains ainsi que les effluents et boues de stations d'épuration, sont susceptibles d'être réinsérés dans les cycles naturels. Leur élimination incombe aux collectivités locales, le plus généralement pauvres en moyens financiers. Mais ces collectivités locales peuvent aussi adopter une vision globale du problème de leurs déchets et de leurs aménagements. En effet, les déchets (ordures ménagères, effluents et boues de stations d'épuration) ne relèvent pas d'un poste inéluctablement négatif. Ils sont susceptibles d'être valorisés par exploitation industrielle, des fosses d'emprunts de matériaux routiers. Ces déchets inertes, dans la plupart des cas, ne présentent pas de risque de pollution.

Enfin, certains déchets organiques : ordures, déchets agricoles, boues de stations, broussailles de nettoiement des forêts, peuvent constituer une ressource énergétique d'appoint par l'intermédiaire de la fermentation méthanique soit directe, soit indirecte par cultures d'algues sur effluent puis production de méthane à partir de celles-ci.



Le schéma qui pourrait être adopté dans beaucoup de communes.

une commercialisation lorsqu'existe un marché potentiel, ou plus généralement peuvent et pourraient être utilisés dans le cadre d'une meilleure gestion de l'espace communal.

Les monstres, déblais divers de démolition, refus de traitement des ordures, produits de dégrillage à l'entrée d'une station de traitement peuvent constituer une source de remblaiement pour des carrières, des terrains à remettre en état après

De même que des complémentarités doivent être recherchées entre les divers déchets des industries, de même des complémentarités peuvent être recherchées entre les déchets industriels et ceux des communes.

Conclusion

Ce court exposé ne constitue pas un début de roman de science fiction et si, en France, les réalisations intégrées se font attendre, d'autres pays peuvent, sur le terrain, présenter de bons exemples. Aux Etats-Unis où les réalisations fourmillent, je citerai simplement l'exemple de la petite ville de Rio Rancho près d'Albuquerque, où les effluents et boues de la station permettent une culture de gazon à proximité de la station. Le gazon est débité en tranches, enroulé, vendu ou utilisé pour les espaces verts de la commune. Haïfa en Israël, réutilise tous ces déchets organiques sur des cultures de coton en particulier, et une partie des eaux résiduaires est même réutilisée en industrie. Tripoli, en Libye, irrigue 750 hectares de cultures avec les eaux de la station d'épuration.

La conjoncture actuelle nous obligera, peut-être, à nous intéresser à ces possibilités malgré nous. Il nous appartient de considérer de façon positive cette énorme masse de déchets que nous produisons et de la considérer au mieux de nos intérêts.

Nos efforts seront néanmoins de bien faible portée, si se continue la course à la production d'objets inutiles, répondant à des besoins factices, créés par une publicité envahissante. Et là, se trouve, à notre sens, la véritable responsabilité des industriels, qui devraient non seulement faire des études de marchés et des productions concurrentielles, mais encore se poser la question de l'utilité et des risques de pollution à l'aval de leurs produits. La plupart des déchets de la poubelle, issus des monstres de la ville, proviennent de l'industrie. D'autre part, il vaudrait mieux sortir des produits, peut-être plus chers, mais dont on soit sûr qu'ils soient biodégradables et dont on connaisse l'inocuité des métabolites. C'est dans ce sens que doivent être conduites les recherches. Le professeur Pérès l'a fait justement remarquer récemment, lors d'une conférence organisée par l'Association environnement-industrie ; des produits industriels tels que substances organiques, détergents, qui ont l'inconvénient de se fixer sur les graisses, représentent actuellement le danger de pollution le plus grave.

Avant que le problème des déchets ne remette en cause notre civilisation, il serait temps enfin de les considérer comme une source possible d'éléments bénéfiques à réinsérer dans la nature.

Une enquête effectuée en 1978, par l'Union des villes de la Méditerranée, et un congrès des villes de la Baltique en 1979, ont montré que des pays et des villes qui résolument veulent s'orienter vers le traitement et le recyclage des déchets le peuvent et le réalisent. ■

De la pêche artisanale à l'aquaculture

par Félix Ortolan

L'homme a tiré sa première nourriture de la mer puis est parvenu à en extraire une grande quantité de protéines. Aujourd'hui, les ressources s'épuisent par suite de nouvelles technologies, de la pollution mais surtout par suite de l'inconscience de l'homme qui pourrait pêcher davantage, mais mieux.

Constatant le désastre, il en cherche les remèdes, création d'organismes afin d'édicter une législation plus sévère, travaux scientifiques pour pallier le déficit de la production : l'aquaculture se développe.

L'amiral Félix Ortolan a donné une conférence publique sur ce thème à l'île des Embiez au cours de l'été 1979. Nous lui avons demandé de bien vouloir rédiger un article, sur ce sujet, pour notre revue.

« *Si on donne un poisson à un homme, il peut vivre une journée. Si on lui apprend à pêcher, il peut vivre toute sa vie* ».

La pêche en mer est connue et pratiquée dès la préhistoire. Elle atteint aujourd'hui, selon l'ampleur des moyens, l'échelle industrielle ou reste artisanale. Longtemps confinée dans les limites des rivages, elle est déjà attestée par nombre de gisements des époques situées aux environs de trois millions d'années avant Jésus-Christ.

L'hameçon apparaît 150 000 ans avant J.-C. ainsi que le harpon. Mais ce n'est que 8 000 ans avant Jésus-Christ que l'outillage se développe : hameçons, harpons, lignes, nasses, embarcations qui permettent les chasses aux phoques et aux baleines. Les âges du bronze et du fer apportent des aménagements et des innovations dans la fabrication des pirogues et des engins.

En Chine, la pêche à la ligne, à l'épervier, à la senne est illustrée sur des gravures datant de 1 500 ans avant Jésus-Christ.

En Méditerranée, les Phéniciens, excellents marins et pêcheurs installent les premiers, des madragues pour la pêche au thon (ils font des salaisons pour commercer avec les voisins). Aux Egyptiens, le Nil, source de vie, suffit.

Les Grecs pêchaient toutes les espèces connues en Méditerranée et s'attaquaient aux cétacés, les dauphins exceptés, en raison de leur caractère sacré et de leur amitié pour l'homme. Mais c'est la pêche au thon qui retient la description des écrivains : embarcations et madragues aux environs de Marseille, sur les côtes espagnoles, en Mer Noire, en Mer Egée. Dans la société romaine, le poisson était un mets si apprécié, les quantités étaient telles que la pêche devient l'objet de réglementations. La Gaule était un important fournisseur.

Les Vikings, dont on peut admirer les drakkars, à Oslo, possédaient de magnifiques embarcations et pratiquaient la pêche hauturière 800 ans après Jésus-Christ, et sans doute avant.

A partir du VIIIe siècle, le hareng permit le développement des ports de la Manche. Dès le XIIe siècle, on voit apparaître les dragues, ancêtres du chalut et vers 1400 les filets à poche. Les dragueurs faisaient 100 tonneaux, les barges étaient plus petites.

La pêche à la morue sur les bancs de Terre-Neuve fut découverte par les Basques, deux siècles avant l'expédition de Christophe Colomb... qui, comme chacun sait, crut avoir découvert les Indes.

LA PÊCHE ARTISANALE ET SES TECHNIQUES

C'est la pêche côtière, celle qui se pratique sous nos yeux, dans nos eaux qui sont, pour les touristes, des eaux de vacances, et, pour les pêcheurs, des eaux de travail où se gagne leur pain.

La plaisance pose des problèmes à ces derniers. Il arrive que des filets soient déchirés, que le balisage et les signaux de poste ne soient pas respectés.

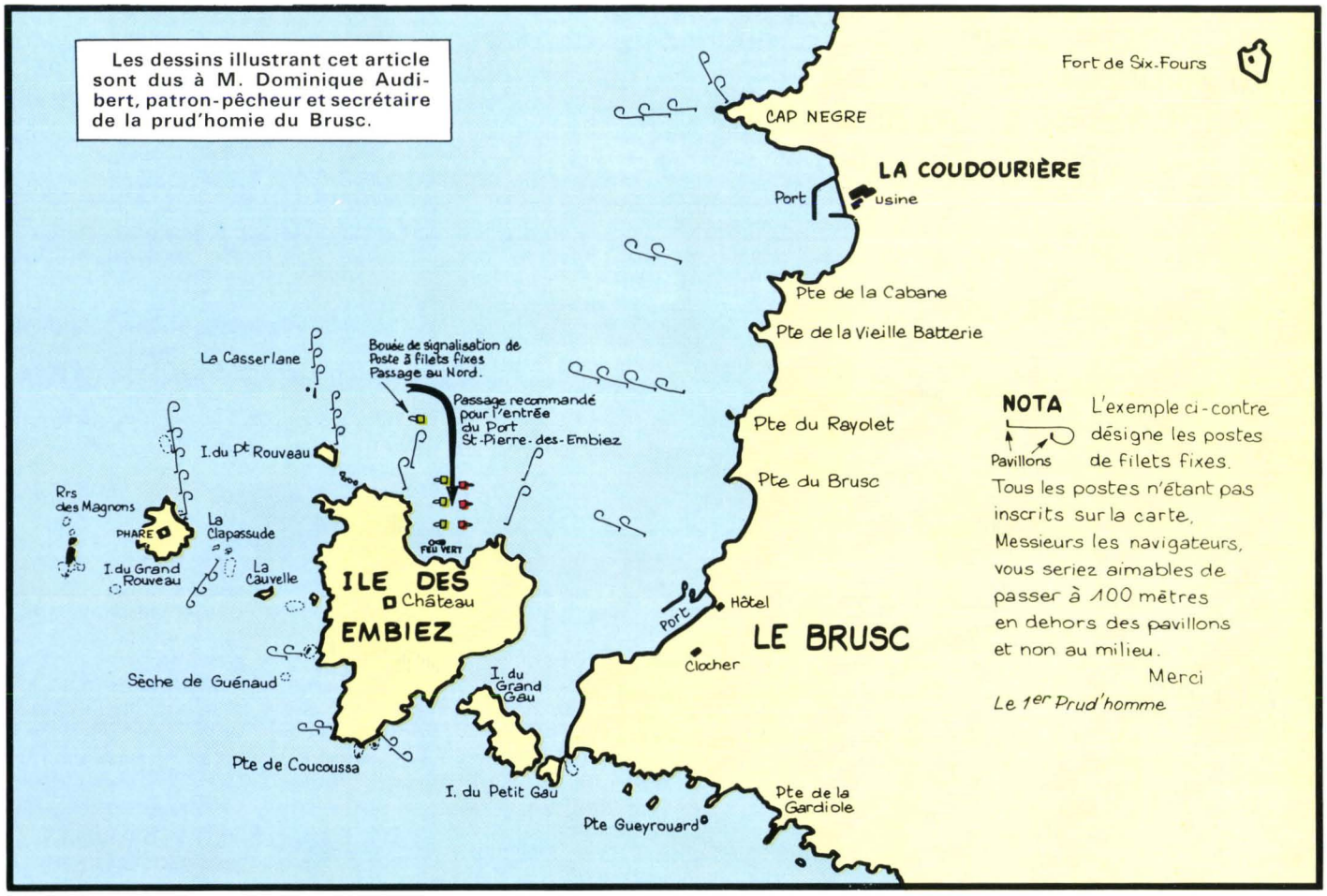
La pêche artisanale a recours à différentes méthodes, toutes réglementées, comme le montrent les archives de la prud'homie du Brusc (1)

Il y a aujourd'hui 22 patrons-pêcheurs au Brusc. Il y en avait 48 au début du siècle.

A l'intérieur de la réglementation des Affaires maritimes, les pêcheurs sont soumis à certaines règles spécifiques et respectent un droit coutumier établi par consentement mutuel après de longues années.

Le tirage au sort des postes à pêche a lieu chaque semaine depuis 1852 et la répartition en est soigneusement consignée, dans un grand livre tenu par le secrétaire de la prud'homie. Cette répartition dépend de l'équipement de chaque patron et de la nature des fonds.

(1) Le Brusc est un port de pêche situé sur la côte varoise. De là, part la navette qui se rend à l'île des Embiez, siège de la Fondation océanographique Ricard.



Les différentes méthodes de pêche

— **le palangre** : une ligne d'une centaine de mètres comprenant un avançon tous les deux mètres. Plusieurs pièces peuvent être ajoutées jusqu'à 1 000 mètres environ. On appâte avec des sardines, des gavarons, des crevettes...

— **pêche à la traîne** : pratiquée surtout par les plaisanciers, qui peuvent espérer prendre maquereaux, loups, thons.

— **filets droits** : d'une largeur de 400 mètres environ, et d'une hauteur de 18 mètres avec un flotteur tous les quinze mètres, les filets droits sont utilisés pour la pêche à la sardine. Le bateau qui tient le filet dérive avec lui. C'est la pêche à la courantile. Les postes sont tirés au sort chaque semaine.

— **filets bas** : les trémailles et surgetières sont en quantités limitées par patron. Pour protéger les espèces, les filets bas sont interdits du 1er septembre au 1er mars et en-deçà de trois milles.

— **mugelière** : mesurant 20 m sur 1 200 m, elle est utilisée pour la pêche aux mulets.

— **chevrotière** : ces filets traînant par petits fonds sont autorisés du 1er novembre au 15 mars. D'une ouverture de un mètre, d'une hauteur de 50 centimètres, ils sont destinés aux crevettes. Leur étendue est limitée par la réglementation.

— **la sinche** : elle est autorisée toute l'année. C'est un filet très large qui forme une enceinte dans laquelle le poisson se trouve pris.

— **filets de poste** : ils sont tirés au sort. Il faut alors posséder un filet de 130 brasses sur 300 mailles de hauteur soit 15 mètres. Cette pêche est pratiquée de mars à novembre pour prendre des bogues, des daurades, des blades.

PÊCHE INDUSTRIELLE

Le port de pêche le plus important de la côte méridionale française est le port de Sète, depuis l'époque médiévale où la religion catholique imposait des pratiques de jeûne et d'abstinence qui étaient alors largement suivies.

En 1970, la flottille sétoise comprenait 90 unités : 65 chalutiers, 35 lamparos. Les chalutiers les plus importants sont passés de 15 mètres en 1960 à 20 et 22 mètres en 1967. La vue de ces chiffres met en valeur l'influence déterminante des Français d'Afrique du Nord dans l'évolution du tonnage et des mentalités.

Technologies nouvelles

La pêche électrique est de plus en plus pratiquée. Les poissons se trouvant dans la zone d'influence d'un champ électrique se rassemblent autour de l'anode (pôle positif). Les Soviétiques utilisent cette propriété en disposant l'anode et une puissante lumière blanche à l'extrémité d'un tube aspirant. Il n'y a plus qu'à pomper les sardines et les anchois.

L'Institut scientifique et technique des pêches maritimes (I.S.T.P.M.) en France pousse ses recherches dans le même sens. Mais, dans la pratique, il faut d'abord localiser le banc de poissons, connaître son étendue, son immersion. A cet effet, les bateaux sont munis d'échosondeurs. Les enregistrements permettent de connaître le profil du fond, ce qui est important pour le chalutage, mais aussi les objets intermédiaires tels que les bancs de poissons.

La technique se perfectionne en fai-

sant ressortir sur l'échogramme les poissons qui se trouvent dans la tranche d'eau entre le projecteur et le fond. Une autre technique permet de sonder horizontalement vers l'avant en balayant un secteur en éventail. Enfin, certains équipements de radio-localisation permettent une navigation très précise vers les secteurs de pêche.

PROBLÈMES DE LA PÊCHE

Baisse de la production

On extrait, chaque année, de la mer, 60 millions de tonnes de matière vivante, dont 91 % de poissons, 6 % de mollusques et 3 % de crustacés.

Le Pacifique fournit 55 % de ces ressources. L'Atlantique fournit 35 % de ces ressources. L'Océan Indien fournit 4 % de ces ressources. La Méditerranée et la Mer Noire fournissent 2 % de ces ressources.

L'importance des moyens mis en œuvre a permis, en 10 ans, de doubler la production mondiale, le Pacifique ayant augmenté de 150 %, l'Atlantique de 60 %.

Les produits sont consommés : 2/3 par les hommes, 1/3 par les animaux (engrais - farine).

Production par pays

(en milliers de tonnes en 1975)

JAPON	10 508
U.R.S.S.	9 876
CHINE	6 880
PEROU	3 447
U.S.A.	2 798
NORVEGE	2 550
ESPAGNE	1 532
FRANCE	806

(400 000 personnes en vivent)

Les zones de productivité maximale sont celles où se combinent rayonnement solaire et éléments minéraux c'est-à-dire hauts fonds et plateaux continentaux. Il faut y ajouter les zones de remontées d'eaux profondes ou de circulation d'eaux froides denses. Les eaux du grand large sont synonymes de désert océanique.

Cependant, la Méditerranée, comme les autres mers et océans, s'appauvrit d'année en année. Certaines espèces ont même disparu, notamment les crustacés, qu'on ne pêche pratiquement plus qu'en Bretagne (Camaret, Douarnenez, Audierne), 24 000 tonnes au total pour la France.

Causes

• La pollution — Le golfe du Lion et le large semblent actuellement épargnés par ce fléau si l'on excepte des pollutions ponctuelles et temporaires dues aux eaux du Rhône et des fleuves côtiers.

Par contre, la bande littorale jusqu'à quelques centaines de mètres et souvent davantage, est plus exposée à cause des rejets d'effluents des différents groupes d'habitats côtiers, et principalement de ceux des grandes villes, Marseille, Toulon, Nice.

Des stations d'épuration fonctionnent déjà, par exemple, celle de Sète qui, en trois ans, a rendu sa clarté aux eaux de l'étang de Thau, celle de Berre qui est sur le point d'améliorer la situation dans l'étang, celle de l'Almanarre, de Saint-Tropez.

D'autres sont prévues : La Cride pour Sanary et Bandol, le Cap Sicié pour Toulon Ouest, Saint-Raphaël, Sainte-Maxime, Ramatuelle, Le Lavandou, Toulon Est à Sainte-Marguerite.

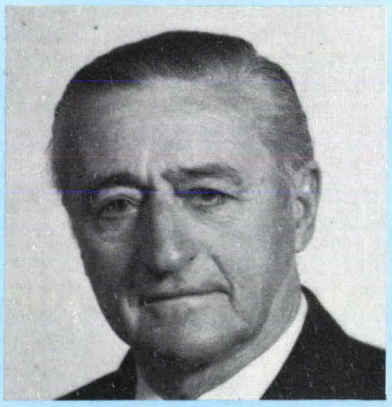
Ces stations d'épuration amélioreront considérablement la salubrité de l'eau et les conditions de vie de la flore et de la faune.

Des essais très sérieux ont montré,

La flotte de pêche : 12 756 unités en 1976

Nature de la pêche	Flotte	Zone de pêche
grande pêche (sorties de plus de 20 jours)	23 navires chalutiers saleurs congélateurs thoniers, sardiniers, langoustiers } congélateurs	Atlantique NO et NE côte ouest de l'Afrique
pêche au large (sorties de plus de 96 h et inférieures à 20 jours)	588 navires chalutiers de pêche fraîche et congelée chalutiers thoniers langoustiers	Mer du Nord, Manche, ouest et nord de l'Irlande, et Ecosse, sud de l'Irlande, golfe de Gascogne
pêche côtière (sorties de 24 à 96 h) **petite pêche** (sorties inférieures à 24 h)	12 145 navires	

(Source : Secrétariat général à la Marine marchande).



FÉLIX ORTOLAN

L'amiral Félix Ortolan, né en 1907 à Saint-Raphaël (Var), est entré dans la marine à 21 ans et a été nommé enseigne de vaisseau à 23 ans.

Sa carrière se déroule ensuite de façon remarquable, pilote d'aéronautique navale, pilote de chasse, pilote de porte-avions, lieutenant de vaisseau à la veille de la seconde guerre mondiale, à l'âge de 32 ans.

Il commande alors plusieurs escadrilles et notamment une flottille de bombardiers en piqué.

Capitaine de corvette en 1945, il dirige l'école d'aviation embarquée et l'aviation de l'Arromanches.

Il est nommé ensuite capitaine de frégate à 42 ans, au Maroc, puis à bord de l'Arromanches.

Il participe à la campagne d'Indochine en tant que commandant d'opérations et chef d'état-major du groupe des porte-avions.

En 1956, il devient capitaine de vaisseau et est à la tête de la base d'Hyères, puis du Centre d'expériences et de la base de Fréjus-Saint-Raphaël.

Il prend part à la guerre d'Algérie, commandant l'aéronautique navale puis, en 1960, le porte-avions Arromanches.

En 1961, il est nommé commandant de l'aéronautique navale de la 3e région maritime.

Promu contre-amiral en 1962, puis major général du port de Toulon, il est mis, sur sa demande, en congé du personnel navigant de l'aéronautique.

De 1964 à 1973, il est le délégué régional pour le Sud-Est de la compagnie Air-Inter.

Il est titulaire de nombreuses décorations honorant son mérite, son courage, sa valeur militaire. Il est surtout grand officier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur.

Membre de diverses associations, il est, depuis 1966, administrateur de la Fondation océanographique Ricard.

par ailleurs, que l'élévation de la température de l'eau due au rejet à la mer des eaux de refroidissement des centrales thermiques nucléaires ($\Delta t = 10°$) serait favorable à la reproduction de certaines espèces (exemple la darse de Fos). Des études se poursuivent dans cette voie à la station marine d'Endoume, à la faculté de Marseille-Luminy et à Martigues-Ponteau.

La pollution côtière, surtout aux embouchures des fleuves, n'est pas la seule en cause.

• La pêche à la dynamite, les lamparos (2) à pétards, les ganguis (3) n'en sont pas les moindres. Ces derniers détériorent en particulier, les prairies de posidonies et les frayères de nombreuses espèces côtières essentielles à la chaîne alimentaire.

La réglementation existe, elle n'est pas assez sévère.

— Utilisation des chaluts en permanence sans que soit imposée une alternance des zones de chalutage (excepté sur les côtes du Languedoc-Roussillon).

— Filets à mailles trop petites, là encore la réglementation existe (11 mailles par pan de 25 cm) mais elle n'est pas toujours appliquée ; il y a des dérogations.

— Chasse sous-marine, la réglementation n'est pas suivie, la surveillance est insuffisante faute de moyens. Les championnats de pêche sous-marine représentent un véritable danger pour la pêche et, en particulier, pour les espèces sédentaires (loups et corbs).

La législation de la chasse sous-marine

Il faut avoir pris l'engagement auprès des Affaires maritimes :

• de ne pas utiliser un appareil permettant de respirer en plongée,
• de ne pas utiliser un fusil à gaz comprimé autrement que par la force de l'utilisateur,
• de ne pas détenir, en même temps, sur le navire, scaphandre autonome et engin de chasse sous-marine,
• de ne pas chasser entre le coucher et le lever du soleil,
• de ne pas chasser à moins de 150 m des navires ou des embarcations de pêche ainsi que des filets signalés par des balisages,
• de ne pas prendre le poisson capturé dans d'autres engins de pêche,
• de ne pas utiliser des foyers lumineux,
• de ne pas vendre les prises.

La plupart des chasseurs sous-marins adhèrent à la Fédération française d'études et de sports sous-marins (F.F.E.S.S.M.) qui comptait, en 1970, plus de 300 clubs ou associations.

(2) **Lamparo** : dispositif d'éclairage utilisé pour la pêche à la lumière ou au feu. Le lampara est un filet tournant.

(3) **Gangui** : filet traînant qui remplace le chalut sur les côtes de Provence. Son ouverture est tenue béante soit par une planche, soit par des plateaux divergents.

— Concentration des pêches aux endroits et aux époques de reproduction ce qui compromet l'avenir.

— Développement touristique énorme (hôtels, marinas, ports de plaisance, assèchement de lagunes...). Le Conservatoire du littoral pourrait mettre fin à l'appétit des promoteurs.

— Insuffisance des stations de délestage. Un accident comme celui de l'Amoco-Cadiz serait, en Méditerranée, une véritable catastrophe.

Les mesures constructives à promouvoir sont, pour la Méditerranée, en particulier,

— la création de parcs nationaux, tel que celui de Port-Cros à condition de ne pas léser les légitimes intérêts des pêcheurs professionnels locaux,

et pour l'ensemble des mers et océans qui baignent nos rivages :

— l'harmonisation de la pêche entre pays riverains (France-Italie, France-Espagne, France-Grande-Bretagne).

AVENIR DE LA PÊCHE

Les recherches de zones de pêche.

Peut-on encore découvrir de nouveaux fonds de pêche ? On est tenté de répondre que la recherche exploratoire est pratiquement terminée. Seuls quelques espaces protégés par la banquise permanente des régions boréales et arctiques peuvent encore recéler des ressources probablement exploitables dans la mesure où la température des eaux sous-jacentes permet aux espèces de subsister. Malheureusement, nous manquons de moyens pour l'exploitation de ces richesses et encore plus d'imagination. Ces régions constituent un champ d'action et d'aventure qui devrait attirer les jeunes.

Les recherches entreprises par les Soviétiques dans ce domaine, sont prometteuses, notamment pour la morue.

C'est l'appauvrissement des fonds consécutifs à une mauvaise gestion de l'exploitation qui a suscité, vers la fin du XIXe siècle, la mise en place d'une législation et la nécessité d'entreprendre des recherches en océanologie destinées à permettre la protection des espèces en voie de disparition.

QUELQUES CHIFFRES
(source : La Bataille de la pêche avec Alain Bombard - Emission : le nouveau vendredi FR 3 - 2 février 1979).

— 70 millions de tonnes de poissons sont retirés par la pêche, ce qui ferait 15 à 20 kg de protéines bon marché pour chaque être humain s'il n'y avait pas de gaspillage.

— Il est considérable.

Pour un poisson découpé normalement, le poids consommé est égal à 3,5 % du poids total. Actuellement, on rejette à la mer 40 % des poissons capturés.

— 90 % des poissons capturés dans le monde proviennent des régions côtières qui ne couvrent que 10 % de la surface totale des océans.

Sur les côtes occidentales des continents : Pérou, côte de l'Orégon, Sénégal et l'ouest de l'Océan Indien, la production est égale à la moitié du volume de la pêche mondiale.

— Pendant les dix dernières années, l'effort de pêche a été multiplié par six, mais le total des prises n'a que quadruplé.

Depuis 1971, les prises ne progressent plus.

Création d'organismes

• Sur le plan international

Il existe une trentaine de commissions internationales et autant d'accords, traités ou conventions concernant les pêches. La plupart sont seulement consultatives.

Certaines comme le Conseil international pour l'étude de la mer (C.I.E.M.) ou la Commission internationale pour l'étude scientifique de la Méditerranée (C.I.E.S.M.) se consacrent à l'étude scientifique des stocks de poissons ; d'autres telles que la Commission internationale des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest se préoccupent de la conservation de stocks particuliers (restriction de la durée du temps de pêche, nature des équipements).

La division des pêches de l'O.N.U., au sein de la Commission « Agriculture et alimentation », se charge de la gestion des ressources biologiques des océans.

La conférence des Nations-Unies tente d'élaborer, depuis plusieurs années, une convention internationale sur le droit de la mer.

Ce dernier sera refondu en fin d'année.

C'est, en effet, au printemps 1980 que se tient à New York, puis à Genève, la 9e session de la Conférence des Nations-Unies sur le droit de la mer, l'objectif étant de pouvoir signer le traité de Caracas à la fin de l'année ou au début de 1981.

Jusqu'en 1974, un Etat côtier avait des droits souverains sur son plateau continental.

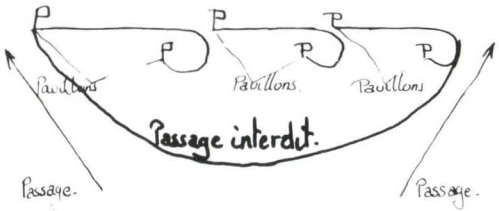
Dès la 1re session en 1974, à Caracas, qui réunissait 150 États, des divergences de point de vue se dessinèrent entre les pays industrialisés et les pays en voie de développement, les premiers voulant conserver le statut international des eaux, les seconds créer, au-delà de la limite des 12 milles, une zone de 200 milles dont les ressources seraient réservées aux Etats côtiers.

De telles discussions ont bouleversé le

SIGNALISATION. RECOMMANDATION.

Pavillons distants d'au moins 500 mètres.

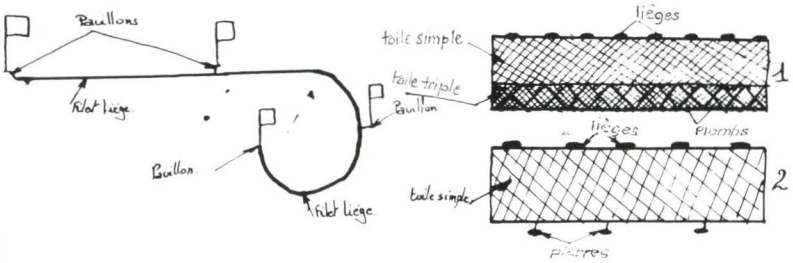
Recommandation : Ne pas mouiller d'ancres près des pavillons et si possible dans l'alignement.



Plusieurs Pavillons ensemble.

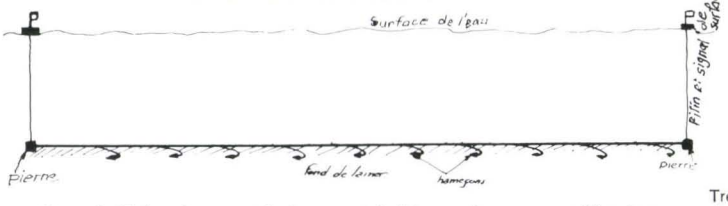
Recommandation : Ces pavillons désignent des filets de poste qui sont en surface donc il est recommandé de s'écarter soit à droite, soit à gauche du dernier pavillon à une distance d'au moins 100 mètres (cela évite des dégâts aux filets de pêcheurs).
Signalisation : Dans le secteur du Brusc, il y aurait moins de dégâts si les plaisanciers respectaient la bouée cardinale de la Casserlanne et la bouée verte de l'entrée du port des Embiez. Ces deux bouées désignent un passage au nord ; cela leur éviterait de se prendre dans les filets.

FILET DE POSTE



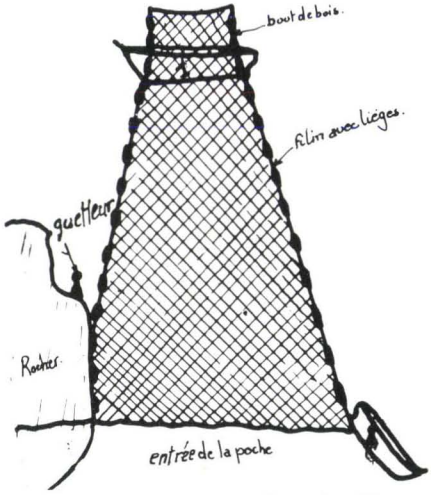
Les filets de poste sont de deux sortes mais se calent de la même façon. Le liège est en surface et le plomb touche le fond. Ces filets sont délimités par des pavillons et l'on recommande aux bateaux de plaisance de s'écarter d'au moins 100 mètres des pavillons et de ne pas passer au milieu.
N° 1 - Filet de poste : filet trémail avec trois toiles et dessus un voile de toile seul de 20 m (maquereaux, dorades, saupes).
N° 2 - Escombrière : une seule toile de 20 m de hauteur avec un maillage plus gros (pélamides, bonites, liches).

PALANGRE



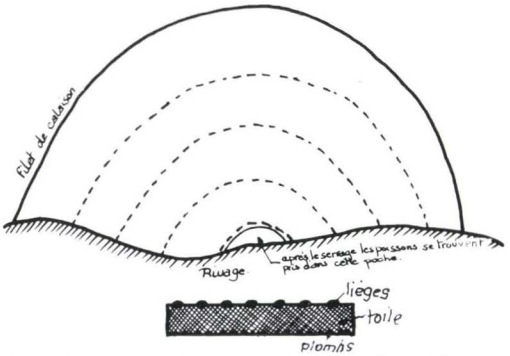
Ligne de fil de nylon ayant à chaque extrémité une pierre avec un filin et un signal à la surface. La palangre (le fil de nylon comprend tous les 5 m un bout de nylon avec, à son extrémité, un hameçon) peut reposer sur le fond la plupart du temps mais aussi à quelques mètres du fond (pour cela on emploie des pierres et du liège que l'on dispose tous les 23 mètres). Cette pêche se pratique toute l'année et en particulier l'hiver pour les pageots avec comme amorce des crevettes.

MUGELIERE



La mugelière est une pêche en voie de disparition. Elle se pratique avec une poche de filet terminée aux deux extrémités par un filin avec les lièges. Il y a très peu d'endroits pour pratiquer cette pêche. Il faut un guetteur sur le rocher pour prévenir lorsque le poisson entre dans la poche. La poche est un filet fait d'une toile se terminant aux deux extrémités par un filin avec des lièges. L'on cale en mouillant un bateau N° 1. Ce bateau comprend 2 bois d'une hauteur de 1,50 m. Puis l'on vient avec l'autre bateau vers le rocher mettre une extrémité et l'on s'écarte avec l'autre qui se trouve dans le bateau 2. La poche repose sur le fond entre le rocher et le bateau 2. Lorsque le guetteur voit rentrer du poisson, il le signale au bateau 2 qui relève le filet. Cette pêche est surtout pratiquée pour les mulets, mais aussi pour les loups et les liches.

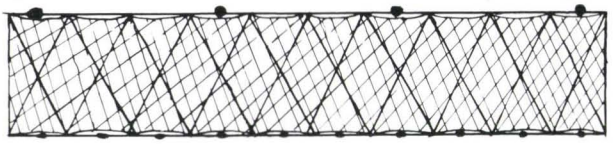
SINCHE



La sinche se pratique très rarement dans la prud'homie du Brusc. Elle a lieu dans la lagune du Brusc. La pose des filets se fait la nuit à partir du rivage en formant un demi-cercle. Au jour, on approche le filet vers le rivage jusqu'à ce qu'il devienne très petit. A ce moment-là, on double le cercle et l'on tire par les deux extrémités, le poisson est pris. La longueur totale du filet est de 800 m ; c'est un filet droit comprenant une seule toile, les poissons que l'on prend sont des loups, des dorades, des mulets, des sars, des saupes...

FILETS FIXES

(Tremails) (sugetières)



Trémail : filet fixe reposant sur le fond ; filet comprenant trois voiles, deux de la même forme et celle du milieu plus fine. Ces filets sont plombés pour leur permettre de rester sur le fond. Ce sont des pièces de 100 mètres ajoutées les unes aux autres et terminées à chaque extrémité par un filin et un signal. Ces filets se calent du bord de la côte jusque vers des fonds de 40 mètres.
Sugetière : identique au précédent, seulement la toile du milieu a de plus grosses mailles et surtout ce filet se cale par de plus grandes profondeurs. Les sugetières sont les filets à langoustes. La saison est ouverte du 1er mars au 1er octobre.

droit maritime traditionnel et créé un droit qui est entré en vigueur pour les appropriations des zones économiques exclusives de 200 milles.

Une autre conséquence : les pays membres des Nations-unies se sont regroupés selon des intérêts communs et non plus selon la répartition géographique ou l'appartenance idéologique.

Mais la délimitation vers le large du plateau continental relève des juridictions nationales. Si le plateau continental, au sens géologique, dépasse les 200 milles, les pays dotés d'un très large plateau continental voudraient étendre le plus loin possible, leur domaine réservé. D'autres pays dépourvus de larges plateaux continentaux ne veulent pas d'appropriation nationale dépassant les 200 milles.

Tels furent les principaux thèmes de débat lors des sessions de 1975 à 1979 à Genève, Caracas et New York.

Pour accélérer les négociations, sept nouveaux groupes, consacrés chacun à un problème ont été créés, en 1978.

• Sur le plan européen

Ainsi, à la suite de la IIIe conférence des Nations-Unies sur le droit de la mer, a été conclue l'extension à 200 milles marins (370 km) de ce que l'on appelle la zone économique exclusive (Z.E.E.).

Il permet à l'Etat côtier de bénéficier de droits exclusifs, notamment sur les ressources de cette zone c'est-à-dire à la fois ses eaux, son sol et son sous-sol.

La liberté de navigation est préservée.

50 % des mers sont sous la juridiction des Etats riverains.

La France occupe le troisième rang mondial par la surface des eaux et par l'étendue de son littoral (5 250 km).

Le 3 novembre 1976, la C.E.E. a décidé de créer une zone économique communautaire de 200 milles afin de protéger ses ressources au large des côtes. A l'intérieur de celle-ci, chaque pays conservera une bande côtière réservée aux pêcheurs locaux (12 milles pour la France).

Dans cette zone, la pêche est interdite à tout navire n'appartenant pas à la C.E.E. Des licences ont été accordées aux pays qui en ont fait la demande (U.R.S.S., Allemagne de l'Est, Pologne...). Des amendes sont prévues en cas d'infraction.

En février 1979, les ministres responsables de la pêche des pays membres du Marché commun se sont réunis à Bruxelles. La pêche se trouve dans une situation difficile. Les réserves de l'océan s'épuisent par suite de l'« overfishing » appelée pudiquement « pêche industrielle ». Quant à l'« Europe bleue », organisation de la pêche au sein de la C.E.E., elle piétine, tant les intérêts des pays membres divergent.

L'idée de base de l'Europe bleue est de mettre en commun les zones de pêche des Neuf. Or, 65 % de ces zones appartiennent aux Britanniques. On comprend leur réticence à les mettre à la disposition des autres. Les dernières propositions des Britanniques sont les suivantes : se réserver intégralement une zone côtière de 12 milles et déterminer, autour des Iles britanniques, une autre zone de 50 milles de large dans laquelle la pêche, par les pays membres, serait soumise à des quotas qu'ils fixeraient unilatéralement.

Ceci est la conséquence de la « guerre de la morue ». La Grande-Bretagne, chassée des eaux islandaises, voudrait éviter que les autres pays membres de la C.E.E. ne viennent pêcher près de ses côtes.

• Sur le plan français

L'Office (puis l'Institut) scientifique et technique des Pêches maritimes fut fondé en 1918. Son ministre de tutelle est le Secrétariat à la marine marchande.

Ses études sur la productivité des océans permettent de penser que le rendement annuel pourrait être augmenté mais les calculs sont théoriques, hypothétiques. Il serait imprudent de fonder l'avenir sur un raisonnement adapté à un milieu naturel que l'on ne connaît pas encore très bien et qu'il est difficile de contrôler en raison des nombreux paramètres qui échappent encore à la connaissance humaine.

Une Mission interministérielle de la mer, présidée par M. Aymar Achille-Fould, a été créée en 1978.

Elle a la charge d'élaborer une politique de la mer qui manque tant à la France depuis la dernière guerre mondiale. Aymar Achille-Fould est conseiller du Premier ministre et coordinateur de l'action des ministres réunis dans le Comité interministériel de la mer. Il peut avoir une action de relance et de promotion nationale avec la marine nationale pour un rôle de surveillance, avec la marine marchande, pour la plaisance, et aussi avec les pêcheurs, pour la pêche.

Le Secrétariat général à la marine marchande a été supprimé en 1978 et remplacé par une Direction générale de la marine marchande dont dépend notamment le secteur des pêches. Cette décision a suscité une vive déception chez tous ceux qui souhaitent un véritable ministère de la mer.

Suite à la politique communautaire, en application de la loi du 16 juillet 1976, la France a créé, par décret du 12 février 1977, des zones économiques de 200 milles au large de toutes les côtes du territoire de la République (y compris départements et territoires d'Outre-mer), sauf celles au large de la Méditerranée et de la Terre Adélie.

Cette zone de 11 millions de km^2 peut difficilement être contrôlée. La France ne peut faire respecter sa souveraineté n'ayant pas, aujourd'hui, les moyens d'assurer cette tâche faute de flottilles de pêche surtout dans les eaux lointaines et d'outre-mer. La Marine nationale, même secondée par la gendarmerie des Affaires maritimes et les douanes, ne dispose pas d'un nombre suffisant de bâtiments et d'avions. Il lui manque les bateaux spécialisés dotés de transmissions adaptées ou de moyens suffisants d'intimidation pour constituer un service de garde-côtes chargé de protéger la pêche.

Il reste cependant l'intérêt juridique non négligeable de l'attribution à la France de cette zone économique.

LA MISSION INTERMINISTERIELLE DE LA MER

La Mission interministérielle de la mer a été créée par un décret du 2 août 1978 qui a institué parallèlement un Comité interministériel chargé de délibérer sur la politique du gouvernement dans le domaine de la mer sous ses divers aspects nationaux et internationaux.

Présidée par M. Aymar Achille-Fould, ancien ministre, la mission est placée directement sous la tutelle du Premier ministre.

Son rôle

- **Elle prépare les délibérations du Conseil interministériel de la mer.**
- **Elle contribue, pour les activités maritimes, à l'établissement du plan.**
- **Elle veille à la coordination, à l'organisation des actions en mer. Le président coordonne l'action des préfets dans l'exercice de leurs attributions et pour le plan Polmar.**
- **Elle est chargée de l'information concernant les problèmes de la mer.**

Ses axes de recherche et d'action

- **Surveillance des zones économiques (police en mer, assistance, prévention et lutte contre les pollutions)**

La mission travaille en liaison avec le Centre de documentation, de recherches et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (C.E.D.R.E.)

- **L'exploration et l'exploitation des ressources océaniques.**
- **La valorisation des exportations technologiques.**

Le 17 octobre 1978, Aymar Achille-Fould a présenté les projets de la Mission interministérielle de la mer ; parmi ceux-ci, le développement de la pêche à partir des territoires français du Pacifique.

L'utilisation des ressources de la mer dans les territoires français du Pacifique

Un colloque, organisé par Paul Dijoud, secrétaire d'Etat aux départements et territoires d'outre-mer, et dont Aymar Achille-Fould a été le rapporteur s'est tenu à Nouméa en septembre dernier.

Un programme en 17 points, dont voici les principaux, a été élaboré :

- renouveau des moyens de surveillance
- campagnes expérimentales de pêche hauturière
- action permettant de mieux connaître, mieux exploiter et mieux protéger les stocks de poissons pêchés artisanalement
- commercialisation des produits de la pêche artisanale
- lancement de l'aquaculture en tant qu'activité à caractère économique
- l'adaptation de l'aquaculture au Territoire de Wallis et Futuna.

L'AQUACULTURE REMÈDE AU DÉFICIT DE LA PÊCHE

Depuis trois ou quatre ans, on assiste à une campagne d'information intense sur cette nouvelle orientation de l'activité littorale.

Les améliorations techniques qui permettent d'intensifier la production tendent à montrer que l'aquaculture jouera un rôle de plus en plus important dans la production alimentaire.

Si l'on se borne à élargir l'utilisation des techniques existantes, la production mondiale devrait doubler au cours de la prochaine décennie. Il semble même possible d'aller plus loin.

Nous en sommes à une phase charnière que l'on peut qualifier de « prédéveloppement ». Cette activité est en passe de devenir une activité économique productive et commercialisable, mais sa rentabilité n'est pas encore prouvée.

Cependant, il faut considérer que, dans la nature, le rendement des œufs est extrêmement faible, la fécondité est de 2 à 30 % selon l'état de la mer. Dans des bacs, en captivité, 80 % des œufs sont fécondés et 75 % des œufs fécondés arrivent à l'âge adulte.

C'est le C.N.E.X.O. (Centre national pour l'exploitation des océans) qui coordonne l'effort national de recherches auquel participe l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes (I.S.T.P.M.), l'Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A.), les Universités...

Il s'agit de s'insérer dans la politique de l'autorité de tutelle, la Direction de la marine marchande, de créer et de gérer les stations susceptibles de démontrer la rentabilité, d'assurer le transfert des connaissances et du savoir-faire vers des exploitations futures et notamment vers les pêcheurs qui souhaiteraient s'intéresser au développement de l'aquaculture et dont il est normal qu'ils puissent y jouer un rôle essentiel.

Pour effectuer ces tâches, les pouvoirs publics ont créé, par décret du 28 décembre 1977, une entreprise à capital entièrement public : France-Aquaculture — filiale du C.N.E.X.O. Mais les initiatives privées sont très recherchées.

Il s'agit pour l'instant d'évaluer les différents modèles possibles de développement de l'aquaculture : exploitations familiales, artisanales, coopératives, entreprises.

Ils se préoccupent surtout de déterminer les conditions particulières d'équilibre économique de chacun de ses modèles, c'est la politique définie par la Direction générale de la marine marchande et adoptée par le Comité interministériel de la mer, le 27 février 1979.

C'est dans ce contexte général que se situent les décisions de principe d'établir à Pinia (région de Ghisonaccia - Corse) une station pour l'élevage du loup et de la crevette, et plus tard, d'autres espèces, une autre à Calvi, Messine ; ces opérations seront précédées d'essais préliminaires conduits pour vérifier un certain nombre de paramètres d'importance décisive pour la suite.

S'ils sont positifs, des projets seront définitivement engagés s'appuyant vraisemblablement sur des sociétés d'économie mixte qui seraient créées à cette fin.

Le moment venu, on examinera avec les professionnels dans quelle mesure une coopérative pourrait y participer, notamment au niveau de la commercialisation de la production, qui reste le but final.

Depuis deux ans des résultats satisfaisants sont obtenus sur la côte méditerranéenne, au stade de l'installation-pilote, pour l'élevage du loup.

— A la station Deva-Sud du C.N.E.X.O. à Palavas.

— Dans les installations du G.A.E.C. (Groupement agricole d'exploitation en commun) des « Poissons du soleil » qui utilisent les eaux chaudes géothermiques de Balaruc-les-Bains depuis 1976.

— A la station biologique de Sète, de l'Université des sciences et techniques du Languedoc,

— Et pour l'élevage des crevettes pénéides, à la station Deva-Sud.

La production de loups commercialisables de 250 à 300 grammes est donc possible ; en 1978 : 400 000 alevins de loups et 350 000 post-larves de crevettes.

Le cadre idéal pour le grossissement est la lagune, loups en cage et crevettes en bassins conçus pour un élevage intensif.

Une lagune existe au Brusc, elle est magnifique.

La Fondation océanographique Ricard, Alain Bombard et le professeur Nardo Vicente s'en sont fait les ardents défenseurs.

Ils ont, de plus, depuis de longues années, d'abord pour les crevettes, puis pour les coques et autres bivalves, entrepris et poussé très loin études, recherches et essais dans cette lagune ; les études pour les poissons étant faites en laboratoire. Les résultats sont encourageants.

Une première tentative d'élevage de loups et de daurades a lieu en cage dans la lagune avec la collaboration des pêcheurs du Brusc.

Elle devrait se poursuivre en principe sur le terrain de l'île constitué par d'anciennes salines.

Quelques chiffres sont prometteurs, la production mondiale en 1975 était, en tonnes (eau de mer et eaux saumâtres) :

Poissons de mer	800 200
Huîtres	654 190
Moules	303 210
Crevettes	13 250
Divers	145 550
Algues	1 107 500
	3 023 900

La production aquacole mondiale se situerait, actuellement, entre 7 et 8 millions de tonnes.

La F.A.O. estime que la production devrait atteindre 25 millions de tonnes en 1985 et 50 millions de tonnes en l'an 2000.

Les espèces élevées sont les loups, les daurades, les soles, les turbots, les saumons, les truites de mer, les crevettes, les ormeaux.

L'aquaculture constitue un réel espoir. Il s'agit de nourrir les hommes. Tous ceux qui croient, qui cherchent, qui créent dans ce domaine nouveau, dans cette fascinante conquête, espèrent contribuer à la réalisation de cette grande et noble ambition. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— BOUGIS P., 1976. Océanographie biologique appliquée, éd. Masson.

— MAUPOINT de WANDEUL D., 1979. Perspectives sétoises de la pêche en mer. Université de Montpellier III, thèse de 3e cycle.

Iles volcans* Ambrym

par Haroun TAZIEFF

1959 me fut une année faste. Son sommet, si l'on peut dire, se situa à 425 mètres de profondeur sous la lèvre du cratère du Niragongo, sur les rives fabuleuses de ce lac de lave atteint enfin onze ans après que j'en eusse découvert l'existence. Les obstacles naturels — verticalité et fragilité des parois, nocivité des gaz, chaleur irradiée des laves en fusion — n'avaient joué qu'un rôle mineur dans ce trop long délai imposé par des mesquineries humaines, mais la durée même de ces efforts donna finalement à la joie que j'éprouvai en atteignant ce rouge brouet de sorcières une intensité accrue d'autant et fort rare.

Avant cet aboutissement, j'avais eu l'occasion de visiter une série de volcans nouveaux pour moi, de découvrir l'intérêt de l'énergie géothermique et de vagabonder par de fort beaux paysages : Pierre Anthonioz, qui était alors le représentant de la France aux Nouvelles-Hébrides et qui me devint un ami, m'avait demandé une étude volcanologique de cet archipel — semé d'une bonne douzaine de cratères actifs.

Mon voyage étant payé, je disposais de quelques facilités inhabituelles. J'en profitai pour inviter mon ami Jacques Richard, que j'avais connu en 1948 lors de la première éruption de ma carrière quand il vint, volcanologue amateur mais de très grande expérience, passer quelques jours aux pieds du Kituro. L'ignorance qui alors me caractérisait en la matière se trouva réduite grâce à lui. En outre il me fit présent du meilleur manuel de l'époque, le « Volcanoes as landscape forms » du professeur néo-zélandais C.A. Cotton, petit volume qui me fut, pendant des années, une bible de volcanologie. Richard avait mis au point un appareillage de campagne pour déterminer sur le terrain la nature des gaz volcaniques, et notre reconnaissance aux Nouvelles-Hébrides ne pouvait que gagner à en bénéficier.

A Nouméa, en Nouvelle-Calédonie, je fis connaissance de Claude Blot. Ce géophysicien avait mis en route dans cette île une station sismographique dont la nécessité était criante, les Nouvelles-Hébrides voisines étant l'une des zones les plus secouées qui soient au monde. J'avais amené de France un jeu de ces petits sismomètres robustes utilisés surtout en prospection pétrolière que l'on appelle des géophones et un enregistreur à voies multiples avec lesquels je comptais ausculter quelques-uns des volcans néo-hébridais pour tenter d'en savoir un peu davantage à leur propos. Mais je n'étais nullement sismologue et je fis à Blot, pour l'inciter à m'accompagner, une description flatteuse des satisfactions que les volcans dispensent. Il se laissa facilement convaincre et nous partîmes tous trois, le mince et léger Richard, Blot massif et puissant, et moi à mi-chemin des deux, pour les Nouvelles-Hébrides.

Je ne sais quel souvenir global Blot aura conservé de ce premier contact avec les volcans actifs, mais il y connut le désagrément d'un pied douloureusement infecté lors de notre visite à la caldera d'Ambrym et à ses cratères actifs de Mbweselu, Benbow et Marum, des émotions fortes lorsqu'il nous fallut nous sauver en pleine nuit et dans une pluie diluvienne pour ne pas être emportés avec notre campement par un torrent en crue subite, et d'autres émotions encore, moins brèves mais plus déplaisantes, dans l'île de Tanna où nous avons craint de finir comme pièces de choix d'un repas d'anthropophages.

Le 5 avril 1959, quittée la longue crête montagneuse et boisée de l'île Pentecôte, nous mîmes le cap sur Ambrym, trapèze vert et noir allongé sur le bleu outremer de l'océan. Cette île volcanique de près de cinquante kilomètres sur trente, est couronnée vers 700 mètres d'altitude par une caldera de neuf kilomètres sur douze. Du milieu de la longue arête horizontale qui trace le sommet du volcan s'élevait un joli champignon de fumées bourgeonnantes. Par-delà, dans le sud, le cône du Lopevi se profilait en gris sur le ciel. Bientôt nous longeâmes les côtes d'Ambrym, à la recherche du meilleur endroit par où en attaquer les pentes. L'île est noire de cendres volcaniques fraîches et verte d'une végétation exubérante, fouillis que dominent les banyans gigantesques et les cocotiers élancés, leurs palmes gracieuses ébouriffées par la brise.

De toutes les îles que j'ai visitées dans les archipels de la Mélanésie, Ambrym est celle dont la population m'a paru la plus plaisante. Les Canaques y ont les traits beaucoup plus fins qu'ailleurs, une expression enjouée et vive, le regard intelligent et l'approche sympathique. Nous en engageâmes une vingtaine comme porteurs et attaquâmes la montagne à partir d'une petite crique rocheuse d'où, à travers la forêt, nous gagnâmes une longue coulée qui, trop récente pour être couverte de végétation, donne accès au cratère d'où elle descend. En deux heures nous avions gravi quatre ou cinq cents mètres et nous installâmes notre camp sur un replat tapissé des scories alluvionnées par les torrents que les pluies engendrent et qui lavent de leurs cendres les parties hautes de l'île. Ce n'était évidemment pas l'endroit idéal à cause, précisément, de la menace d'inondation. Mais la sécheresse cette année-là était exceptionnelle et nous causait même des soucis au sujet du ravitaillement en eau. Il n'avait d'ailleurs pas plu de quinze jours.

Or, à dix heures du soir la pluie se mit à tomber. Fine et drue. Apparemment intarissable. Je me souvins alors des angoisses de nos bivouacs dans les lits d'oueds desséchés au sud du lac Rudolf, dans le désert du Kenya

HAROUN TAZIEFF

Est-il nécessaire de présenter Haroun Tazieff, géologue, volcanologue. *Les rendez-vous du diable,* long-métrage pour lequel il obtient le prix Pelman du cinéma français, en 1959, le fait connaître du grand public.
Né en 1914, à Varsovie, il enseigne la géologie appliquée et la géophysique, en 1944, à Bruxelles. Ingénieur géologue au Congo entre 1945 et 1947, il parcourt ensuite le monde ; explorateur, il se lance à la conquête des volcans, se passionne pour leur étude, tente de prévoir leurs éruptions, examine leurs prémices aux conséquences désastreuses, raz-de-marée, tremblements de terre. Il est, à juste titre, président de l'Institut international de recherches volcanologiques et membre de l'Association internationale de volcanologie.
De tous les éléments recueillis, il extrait des cours ; des conférences ; des films, tous primés, *Le lac de lave du Niragongo* qui reçoit le premier prix du festival du film d'exploration à Trento, *Le volcan interdit,* en 1966, année pendant laquelle il obtient le prix littéraire Jean Walter, l'oscar du courage, et est fait lauréat de l'Académie des sciences ; des ouvrages, *Cratères en feu, Quand la terre tremble, Histoires de volcans, Vingt-cinq ans sur les volcans du globe,* d'où est extrait cet article sur les îles-volcans.
Les Nouvelles-Hébrides abritent, en effet, une douzaine de cratères actifs dont celui d'Ambrym qui fait l'objet de ce récit, un volcan qui, un jour, sortit de la mer.

septentrional, lorsque chaque soir s'amoncelaient de colossales constructions de nuages gonflés de foudre. Je redoute vraiment ce « mur » d'eau, de terres, de rocs, et d'arbres arrachés qui dévale en grondant le lit à sec d'un oued brutalement ressuscité par un orage saharien. Couché sur mon matelas pneumatique sous le tambour résonnant de la tente, je me demandais si le torrent qui nous logeait n'aurait pas de réveil de ce genre. Par-delà le crépitement de la pluie j'essayais d'entendre l'éventuelle rumeur, le grondement sourd du mur de boue en marche.

Nous nous sommes retrouvés dehors, Massoulard, grand gaillard sympathique, délégué du gouvernement dans l'île, Richard et moi. Blot et son copain Priam semblaient sans inquiétude et n'étaient pas sortis de leur tente, pas plus que Thévenin, un jeune colon parti avec nous regarder les volcans dans les narines. Un ruisseau courait le long du ressaut de basalte qui d'un côté limitait notre terrasse. Une cascatelle s'était formée en amont. Le bruissement ruisselant de l'eau était partout dans l'obscurité qui nous entourait. Nous fîmes sortir les hommes de leur grande tente et les mêmes à creuser autour du camp des rigoles protectrices. Puis nous décidâmes de veiller à tour de rôle. Richard et moi prîmes la première garde.

Lorsqu'une heure plus tard nous réveillâmes Massoulard, la pluie avait diminué et j'étais déjà beaucoup moins inquiet car le phénomène du « mur » de boue liquide ne semblait pas à redouter ici : des torrents grondaient à côté du camp sur la coulée de basaltes nus. Ces torrents pouvaient certes grossir jusqu'à envahir notre terrasse, située en contrebas mais protégée par un mur rocheux : l'inondation demeurait possible, mais non le péril extrême d'une avalanche boueuse.

Vers minuit je me suis réveillé... Dehors des gars discutaient, venaient, allaient. La pluie crépitait toujours, le grondement du torrent avait grossi et roulait des menaces. Mais j'avais éperdument sommeil. Puisqu'il y avait du monde dehors et qu'on ne m'alertait pas c'était, me rassurai-je, que rien encore n'allait mal ; et je demeurais étendu, savourant ces moments de repos quelque peu dérobés comme ceux que l'on s'accorde au petit matin lorsqu'il faut se lever de trop bonne heure. J'étais, comme c'est mon habitude, étendu à plat dos. Je me mis en chien de fusil, et l'oreille ainsi collée au pneumatique, je perçus une rumeur nouvelle, un gargouillis qu'amplifiait la membrane tendue du matelas. Je glissai la main dessous et sentis sous ma paume, au travers du caoutchouc

de la toile de sol, ruisseler l'eau et, même, rouler de petits graviers qu'elle entraînait... sensation impressionnante vraiment et inoubliable ! Toute trace de paresse disparut, et je bondis pour donner l'alerte. Deux minutes plus tard tout le monde était à transporter sacs, caisses, boîtes et tentes, pataugeant dans l'eau rapide que l'on sentait monter — du moins le croyait-on — le long des mollets, et allant tout entasser plus haut sur la pente roide et boisée qui bordait la rivière.

Le lendemain nous transportâmes le camp à une heure de marche en amont mais à cause de la pluie ne pûmes faire plus qu'une reconnaissance vers la caldera. Sur tout son pourtour, sauf du côté du sud, celle-ci est cerclée par une crête aiguë et dentelée derrière laquelle tombe une paroi à pic de plus de cinquante mètres. Par le sud heureusement l'accès est facile et ce fut par là que le jour d'après nous atteignîmes le fond de la vaste dépression qui couronne le volcan. Il s'y trouve une douzaine de cônes volcaniques récents, les uns très actifs tandis que d'autres, comblés de cendres et boisés, semblent éteints. Deux d'entre eux dominent par leurs dimensions et aussi par leur activité, le Marum, 1 330 mètres d'altitude, et le Benhow, 1 130. Ce dernier avait vomi quelque milliards de tonnes de cendres huit ans auparavant, au cours d'une éruption qui s'étendit sur toute l'année 1951. Lors de notre visite, c'étaient le Marum et le Mbweselu qui fonctionnaient. C'étaient donc eux que nous voulions atteindre pour y prélever des gaz.

Le manteau des cendres de 1951, épais de dix à vingt mètres en moyenne, était déjà disséqué en milliers de vallées et de gorges. Y tracer un itinéraire n'était pas facile, car il fallait continuellement choisir entre les branches confluentes des ravins anastomosés. Nous avancions à la file indienne entre les murs noirs de ces canyons en miniature qui se rétrécissaient à mesure que nous progressions, nous enserrant dans leur étrange labyrinthe de sinuosités ciselées à même les amas de scories sombres où l'érosion brutale des pluies tropicales découpait des clochetons élancés et des donjons de châteaux forts.

Nous n'étions pas en grande forme encore, et chacun tirait son petit fardeau : jambes lourdes, souffle court ou ampoule au talon. Le temps maussade, les nuages bas sur cet univers noir, la pluie menaçante, le crachin intermittent n'arrangeaient pas les choses.

Nous arrivâmes enfin au pied du Marum (ce qui signifie « volcan » dans l'idiome de l'île). C'est un superbe cône tronqué, de la crête effilée duquel rayonnent, séparés par d'innombrables ravins en V, des arêtes divergentes. Les rares tentatives pour gravir ce sommet avaient toutes échoué à cause de la roideur et de la fragile inconsistance de ces arêtes cendreuses. Il fallut nous encorder et finalement chevaucher à califourchon les crêtes trop effilées. Et pour finir, renoncer.

Le camp fut établi sur une partie plate du plancher de la caldera, entre Benbow et Mbweselu. Du sommet du puissant Benbow, aisément gravi cinq cents mètres plus haut, les minuscules tentes d'or perdues dans ces étendues sinistrement sombres, entre les cratères fumants, m'étaient comme de petits soleils au cœur.

Le lendemain nous réussîmes à atteindre le bord, vierge et aigu comme une lame, du Mbweselu. A plat ventre sur la pente que nous avions péniblement gravie, la tête et les épaules dépassant seules la lèvre du cratère, nous découvrîmes un entonnoir vertigineux, profond de centaines de mètres, au fond duquel, parmi les fumées tourbillonnantes, rougeoyait la gueule incandescente de la cheminée d'alimentation... ■

*Extrait de "Vingt cinq ans sur les volcans du globe" (Fernand Nathan, édit.). Publié avec l'aimable autorisation de l'auteur et de l'éditeur.

Le titre "Iles volcans" est de la Rédaction.

Quand toute la forêt aura brûlé, il n'y aura plus d'incendies

par André Hourcastagné

La forêt méditerranéenne est indissociable du milieu marin. Elle joue un rôle important notamment dans les échanges atmosphériques.

Ainsi toute atteinte portée à la forêt entraîne des perturbations dans le régime climatique et météorologique.

Pour cette raison, il nous a paru intéressant de consacrer un article à cette forêt et au danger le plus immédiat qui la menace, les incendies.

Le colonel André Hourcastagné, membre du conseil d'administration de la Fondation depuis sa création en1966, a bien voulu rédiger cet article à l'intention de nos lecteurs. On sait qu'il est depuis 1958 inspecteur général du service départemental d'incendie et de secours du Var.

Le titre est emprunté à Paul Ricard. C'est une phrase qu'il a prononcée et écrite à maintes reprises depuis de longues années. Et il a raison.

Malheureusement dans le domaine des incendies de forêts du Sud-Est en général, et du Var en particulier, il est indéniable que l'on assiste à des prises de position vigoureuses et souvent opposées. Ces prises de position ont cependant un point commun : elles ont toutes, par la force des choses, leur origine en un point de vue limité, et chacune d'elles propose et défend avec vigueur une recette miracle présentée sous forme de panacée. Chacune d'elles reconnaît également aux autres une certaine valeur, avec une condescendance qui témoigne surtout du peu de considération qu'elle accepte d'accorder aux thèses adverses.

Les réunions de concertation, quand elles ont lieu, ont, le plus souvent, l'allure de négociations d'armistice, au lieu de présenter le caractère d'une recherche commune de solutions constructives.

Ce jugement est certainement sévère et ne doit pas être généralisé, mais il serait à l'évidence souhaitable d'entreprendre une analyse d'ensemble en essayant d'y appliquer un souci permanent d'objectivité.
C'est ce que nous allons essayer de faire, trop brièvement.

La connaissance officielle que nous avons des causes d'incendie résulte des statistiques. Or celles-ci font apparaître une proportion importante de causes inconnues, de l'ordre de 75 %. De toute façon, on peut déduire, même en l'absence de chiffres exacts, qu'une majorité provient du fait de l'homme, et en particulier de l'imprudence.

Une évidence apparaît nettement : la quasi-totalité des incendies est d'origine humaine. Or le Sud-Est depuis une vingtaine d'années est le siège d'une expansion économico-touristique spectaculaire et d'une fréquentation dont la croissance pose de nombreux problèmes. Il n'est pas étonnant de constater corrélativement une augmentation constante du nombre des incendies de forêts.

On peut surtout constater, en l'état actuel des choses, qu'il ne s'agit plus d'incendies de forêts *stricto sensu*. Les résidences secondaires se sont multipliées à un rythme extrêmement rapide. Près de la mer d'abord, avec une densité approchant celle des agglomérations urbanisées, mais en s'écartant de plus en plus du littoral pour prendre un caractère plus rural et plus sylvestre. Les habitations isolées se multiplient dans les espaces boisés.

Les multiplications de ces habitations facilite la lutte dans une certaine mesure puisque chacune d'elles est assortie d'une voie d'accès précieuse pour la conduite des opérations. Par contre les opérations sont compliquées par l'habitude désuète d'immobiliser auprès de chacune d'elles, en protection, un véhicule d'incendie. A la limite tous les moyens d'intervention seraient utilisés à cette mission.

C'est un argument souvent exposé par les détracteurs de l'habitat en forêt. Il est cependant de moins en moins valable, à la mesure des gros efforts faits dans le domaine de l'instruction et dans la constitution de PC départementaux et PC mobile bien structurés.

Il est évident que l'afflux touristique estival, du moins dans certains départements du Sud-Est, fait que les incendies de forêts commencent à menacer sérieusement les vies humaines. Si le trop fameux incendie de Tanneron en 1970 s'était produit au mois d'août au lieu du mois d'octobre, le chiffre des victimes n'aurait pas été

ANDRÉ HOURCASTAGNÉ
membre
du conseil d'administration

Né le 27 mai 1918 à Maison-Carrée (Alger), André Hourcastagné, après des études secondaires et une première année de licence en droit, entre à l'école d'artillerie de Poitiers en 1939, puis aux chantiers de la Jeunesse en 1940. Mobilisé à nouveau en 1943, d'abord comme officier interprète d'anglais en Afrique, il est ensuite affecté au 2e Bureau, puis à l'Etat-major de la R.A.F. à Alger.

Dès 1942, il est officier de sapeurs-pompiers à Alger, puis, en 1955, il est nommé inspecteur des services « incendies » de l'Yonne, avant d'exercer les mêmes fonctions dans le Var, à partir de 1958.

Vice-président de la Fédération nationale des sapeurs-pompiers français, il préside l'Union du Sud-Est des sapeurs-pompiers français (13 départements).

Il anime également la Commission technique nationale des activités subaquatiques de la sécurité civile.

Le colonel Hourcastagné est membre du comité scientifique et technique pour les feux de forêts et collabore à des publications techniques sur les incendies de forêts, la plongée sous-marine et la sécurité civile.

Il est l'auteur d'un programme audio-visuel scolaire sur l'enseignement de la sécurité générale.

André Hourcastagné est chevalier de la Légion d'honneur.

limité à onze, mais aurait atteint plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de personnes. Cette éventualité n'est pas une vue de l'esprit, mais la conclusion logique sur laquelle débouche inévitablement une analyse objective de la situation.

Les points de vue des sylviculteurs sont, d'ores et déjà, très largement dépassés. Leurs conceptions sont périmées, et on peut concevoir, dès maintenant, qu'il s'agit moins de la défense d'un patrimoine agricole que de la protection des populations et de l'environnement.

De nombreux organismes, publics ou privés, s'occupent des incendies de forêts, à différents titres et dans un ordre souvent dispersé.

On distingue trois phases de réflexion et d'action :

La prévention : ensemble des moyens destinés à empêcher les incendies de se déclarer.

La prévision : ensemble des mesures destinées à limiter la propagation d'un incendie déclaré et à déclencher et préparer l'intervention des secours.

L'extinction : ensemble des mesures destinées à circonscrire, puis à maîtriser, puis à éteindre un incendie.

La prévention

La prévention est constituée essentiellement par l'information.

Les objectifs de l'information sont de deux sortes.

L'objectif immédiat est d'indiquer les notions élémentaires propres à éviter à l'homme de commettre des imprudences. C'est en quelque sorte une information technique. L'objectif à long terme étant de créer chez l'homme une certaine forme permanente d'esprit de prévention, et c'est une action psychologique.

De gros efforts dans ce sens sont tentés, sous l'impulsion de quelques hommes de mérite. Ces efforts sont cependant effectués dans un désordre qui nuit à l'efficacité générale.

Le système actuel est-il en mesure d'atteindre les objectifs recherchés ? Il apparaît bien que non, malheureusement.

Si l'on pose bien le problème, on s'aperçoit qu'il conviendrait de concevoir une action plus globale, débouchant sur un plan général. Cette réflexion, à notre connaissance, n'a pas été entreprise.

La réglementation peut aider à l'information et à la dissuasion. Elle repose essentiellement sur le code municipal et la responsabilité des maires, et surtout sur le code forestier regroupant les différents textes, lois et décrets. L'essentiel est repris dans des arrêtés préfectoraux. Il ne faut cependant pas se faire trop d'illusion, car le public ne connaît pas et ne peut pas connaître la réglementation, surtout les étrangers au Sud-Est. Ceci n'est pas particulier aux feux de forêts.

La prévision

Il s'agit essentiellement de la mise en place des moyens de guet et d'alerte et de l'équipement du terrain. C'est ce dernier terme qui fait couler le plus d'encre. Il va de l'ouverture de tranchées et pare-feux jusqu'au débroussaillement des maquis, à la restructuration forestière, à la recherche d'essences nouvelles, en passant par la construction de points d'eau.

Vaste programme, qui fait l'objet de nombreuses controverses. Certains veulent débroussailler le plus possible, les écologistes et les chasseurs y voient un danger majeur pour l'équilibre naturel.

A l'heure actuelle, les maîtres d'œu-

vre ou d'ouvrage sont les services forestiers des Directions départementales de l'agriculture, l'Office national des forêts, les départements, les communes et les particuliers.

Pour les travaux, la doctrine officielle du ministère de l'Agriculture est la constitution d'un réseau de mailles primaires, secondaires et tertiaires constitué par des routes ou pistes doublées par des pare-feux de largeur décroissante en fonction de leur catégorie et renforcé par des points d'eau autoalimentés d'importance variable.

Les départements créent surtout des routes forestières et des pistes.

Les communes s'intéressent à la remise en état d'anciennes voies abandonnées et aux débroussaillements en pare-feux et en sous-bois.

Les particuliers, d'une manière générale, pensent surtout aux points d'eau par mini-retenues collinaires.

L'éventail des possibilités est très vaste, et de nombreux points sont encore controversés : différents moyens d'établir les pare-feux : mécaniques, manuels et chimiques. Différents moyens de les entretenir : repassage manuel, chèvres, moyens chimiques, plantations plus ou moins difficilement combustibles, cultures, écobuage, etc. Controverse sur le choix à faire entre route et piste. Controverse sur leur emplacement ainsi que sur celui des pare-feux. Controverse sur la largeur des pare-feux. Un progrès est à noter : on commence à se rendre compte que le pare-feu autodéfensif n'existe pas, à moins qu'il ne s'agisse d'une tranchée cultivée. Controverse sur le débroussaillement par les écologistes.

Ce tableau d'allure pessimiste est cependant réel. Ce sont les services d'incendie qui sont défaillants. Ils devraient depuis longtemps avoir défini une doctrine claire, pertinente et exhaustive sur chacun de ces points. Ils sont en effet les seuls à pouvoir le faire correctement, car ce sont eux qui utilisent ces équipements. Il leur appartient d'en juger les qualités et les défauts à l'usage, d'en faire une analyse sous l'aspect tactique et de manifester leurs désirs, en liaison avec les organismes maîtres d'ouvrage. Ils ne l'ont pas fait jusqu'à maintenant pour deux raisons. La première est que l'importance donnée à l'équipement du terrain ne s'est manifestée qu'à une époque relativement récente. La seconde est que les services d'incendie manquent de cadres en mesure d'entreprendre ce travail long et délicat.

La coordination est difficile. Il y a des forêts domaniales, des forêts communales soumises ou non au régime forestier, des forêts particulières.

Les possibilités de financement, d'origines diverses, ne sont pas centralisées. Certaines ont une très nette valeur d'incitation. Au niveau de la coordination apparaissent nettement les obstacles signalés plus haut : absence de doctrine générale admise par tous et controverses sur la plupart des aspects techniques et tactiques.

L'importance des financements nécessaires est difficile à mesurer. Une estimation du Directeur départemental de l'agriculture atteint le chiffre de plusieurs dizaines de millions de francs au total, pour le seul département du Var. Il convient d'y ajouter une dépense annuelle très importante pour l'entretien, à raison d'un repassage tous les quatre ans pour les débroussaillements.

Peut-être y aurait-il des choix à faire entre les différents équipements. Nous en arrivons logiquement à la nécessité des études coût/efficacité, nœud du problème.

L'extinction des incendies de forêts

Depuis une dizaine d'années, les moyens en matériel ont évolué.

De plus en plus, on va vers une utilisation généralisée de l'eau, additionnée ou non de retardants ou de mouillants pour en augmenter l'efficacité, sans pour autant négliger le contre-feu quand il est nécessaire.

Cette généralisation de l'emploi de l'eau a permis la mise en œuvre de techniques nouvelles, par l'emploi de commandos légers et très mobiles, héliportés ou non, dotés de matériels ultra-légers (pompes portatives, citernes souples, etc.).

On n'insisterait cependant pas assez sur l'insuffisance numérique des camions citernes feux de forêts. En fonction des parcs départementaux, on assiste trop souvent à un manque de moyens d'intervention dès que les départs de feux simultanés deviennent nombreux.

Des remorques légères de 200 litres et petite pompe sont en projet. Utilisables par les Commissions communales d'incendie en premier secours.

Plusieurs hélicoptères Alouette III sont stationnés dans le Sud-Est par le Service national de la sécurité civile.

Ils sont utilisés en PC volant et pour des reconnaissances.

12 canadairs et bientôt 6 DC 6 citernes sont à la disposition du Préfet de région pour intervenir sur les incendies nécessitant une attaque aérienne, avec ou sans retardants. Le caractère aléatoire de leur disponibilité interdit de les inclure dans un programme de mise en place stratégique des moyens départementaux. Sans négliger leur importance, il faut cependant noter qu'il ne s'agit que de moyens d'appui, l'essentiel du combat étant mené par les troupes au sol.

Les moyens en personnels volontaires ne manquent pas, sauf dans certains départements à faible démographie. Ce sont des personnels excellents, car il leur est demandé moins une technicité sophistiquée

Combien d'années faudra-t-il pour que la végétation se reconstitue ?

Un dévouement exemplaire, une somme d'efforts réduits à néant en quelques instants, lorsque le mistral se déchaîne.

qu'une large expérience. Les professionnels ne sont pas assez nombreux, ce qui pose un problème pour l'alerte rapide et les premiers départs. Enfin le gros problème au niveau des personnels est sans aucun doute l'insuffisance numérique de cadres compétents. On voit trop souvent des feux de plusieurs dizaines d'hectares commandés par un sapeur-pompier volontaire, quel que soit son grade, dont le métier est peut-être éboueur, maçon ou cantonnier.

La coordination de ces moyens nécessite des Etats-majors, des postes de commandement fixes et mobiles, des moyens de transmission modernes. Cette réflexion fait hurler beaucoup de gens, qui accusent les sapeurs pompiers de vouloir créer une armée du genre mexicain. Et pourtant, la plupart des échecs viennent d'une mauvaise coordination, quand le potentiel opérationnel est suffisant. Le combat contre les feux de forêts est une opération essentiellement tactique défensive, avec des moyens mobiles, terrestres et aériens, contre un ennemi rapide et dangereux. Depuis quelques lustres il devient plus agressif, plus diversifié, et ce n'est pas avec des moyens périmés que nous gagnerons les batailles de l'avenir.

Conclusions

En résumé nous pensons qu'une étude globale, technique, financière, économique et sociologique ferait apparaître des conclusions inattendues pour beaucoup de gens.

Une comparaison entre les départements, portant parallèlement sur les risques et les moyens financiers locaux permettrait de reconsidérer, dans une harmonisation générale, les efforts déjà réalisés, et partant de mieux orienter les politiques d'action départementales, interdépartementales et nationale à venir.

Tous les moyens envisagés sont bons : pistes, tranchées pare-feux, points d'eau, chèvres, moutons, écobuages d'hiver ou de printemps, contre-feux, canadairs, aménagement sylvo-pastoral, information, réglementation, répression, etc. Il conviendrait de dépassionnaliser les débats, et de bien poser les problèmes.

De quoi s'agit-il ? Exactement de deux objectifs :

Réduire ou supprimer la sensibilité au feu particulière aux forêts provençales, par une restructuration forestière intelligente et un équipement du terrain convenable.

En attendant que ce premier objectif soit atteint, ce qui peut prendre plusieurs décennies, éteindre vite et bien les quelques milliers d'incendies qui attaquent tous les ans les forêts provençales.

Le lecteur constatera que nous prenons résolument parti, à ce qu'il nous semble à la lumière du bon sens.

Le premier objectif constitue la finalité à terme, qui paraît accessible avec beaucoup d'argent et à la condition que les différents maîtres d'ouvrage coordonnent leurs actions de façon harmonieuse. Le second objectif est accessible très rapidement, avec des financements beaucoup plus modestes, là encore par une structuration intelligente des structures départementales des services d'incendie, à la condition que l'on ne recherche pas avec acharnement des remèdes miracles hypothétiques. C'est un problème essentiellement d'emploi convenable de moyens suffisants, qui est loin d'apparaître comme inaccessible dans le monde moderne.

Alors peut-être, et même sûrement, nous pourrons dans quelques années titrer de façon différente un texte sur le même sujet. Nous pourrons arrêter les incendies avant que toutes les forêts n'aient brûlé. ■

Enzymologie des sédiments

par Jean Brisou

Les microbes qui englobent bactéries, levures et champignons inférieurs, les cyanophycées (algues bleues), quelques protistes (les amibes, les flagellés, par exemple) qui peuplent les sols, les sédiments et les boues, entrent tout naturellement en activité dès qu'ils sont en présence d'aliments à leur convenance. Comme tous les êtres vivants ils se nourrissent. Les microbes participent de cette façon au déroulement des « cycles » naturels des matériaux. Ils dégradent l'organique et le minéralisent (biodégradation)..., « le font retourner à la poussière » selon les Ecritures ! Ils sont tout aussi capables d'organiser le minéral. De cette façon, les grands cycles du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre, par exemple, sont bouclés. Des métaux comme le fer, le cuivre, le zinc, le magnésium, et bien d'autres, qui entrent dans la composition des enzymes et de protéines variées, de la chlorophylle, de l'hémoglobine, sont, eux aussi, recyclés sous l'action d'enzymes complexes, parfois d'origine microbienne.

Les bactéries, premiers êtres vivants, premières unités vitales dont les sédiments anciens conservent les traces fossilisées, existent depuis environ trois milliards et demi d'années ! Dès l'aube de la vie, elles ont participé à la circulation des éléments dans la nature. Les unes sont très spécialisées alors que d'autres sont douées d'activités polyvalentes. L'observateur assiste à des successions, à des chaînes de réactions au cours du déroulement des cycles. A chacune des étapes, une ou plusieurs populations microbiennes plus ou moins spécialisées, prennent les relais, complètent, achèvent ce que d'autres ont commencé.

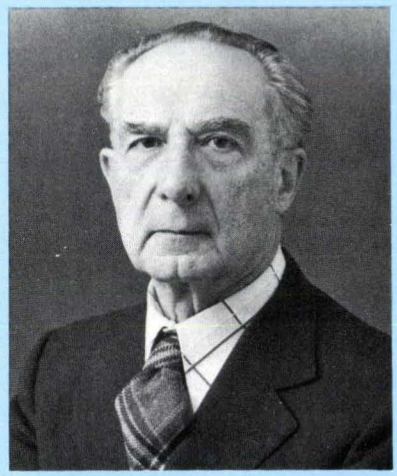
Une « fiche de santé » des sédiments

La microbiologie des sols et, par la même occasion, des sédiments, fut magistralement développée par Winogradsky et ses disciples entre 1885 et 1945. Waksman, bien connu par ses travaux sur les sédiments marins et la découverte d'antibiotiques aussi puissants que la streptomycine, prix Nobel de médecine, s'est particulièrement intéressé à ces problèmes. Il était aussi l'ami de Winogradsky. De nombreuses techniques ont été développées et proposées par ces auteurs et leurs collaborateurs. Elles sont encore suivies. Il en résulte que depuis plus de cinquante ans de nombreux microbes ont été isolés des sédiments marins. Ils ont fait l'objet d'études physiologiques, ils ont été classés, inventoriés, inscrits dans des bilans impressionnants. Nous savons les bactéries, levures et champignons présents pratiquement à tous les niveaux du milieu océanique, même aux grandes profondeurs, mais nos connaissances relatives à leur activité dans la nature, ne sont encore que très fragmentaires.

En 1932, Winogradsky avait exprimé son inquiétude, et mis en doute la valeur écologique des méthodes classiques. Pour lui, le fait d'isoler des microbes, de les classer, d'en étudier l'activité au laboratoire sur des produits purs, restait très insuffisant. Les résultats, écrivait-il, « n'avaient que peu de rapports avec les processus qui se déroulent dans les milieux naturels » (1932). C'est la raison pour laquelle le pastorien qu'il était, proposa une « nouvelle méthode d'étude », basée sur l'observation des réactions enzymatiques, la vitesse de biodégradation des substrats. Sans avoir la prétention d'innover, il est permis d'appliquer les principes déjà anciens mais modestement respectés et d'appliquer aux sédiments marins les méthodes suggérées il y aura bientôt soixante ans.

Depuis cette époque les techniques ont progressé. Il est naturel de mettre les perfectionnements à profit. C'est ce que j'ai tenté de réaliser en mettant au point différentes méthodes de mesure permettant de dresser des bilans comparatifs qui aboutissent à la proposition d'une véritable « fiche de santé » des sédiments marins, des plages, et des vases de zones conchylicoles.

Chacun sait, en effet, le rôle essentiel joué par les sédiments littoraux, ceux du plateau continental, ou même des zones profondes, sur la vie végétale (dans les zones recevant la lumière) et animale, sur la santé des hommes qui ont choisi de séjourner au bord de la mer et d'y prendre leurs loisirs, d'y déguster les coquillages. Nous constatons ici ou là l'appauvrissement de la faune, ailleurs la souffrance de la prairie sous-marine.



JEAN BRISOU

Jean Brisou est né, en 1909, à La Bouëxière (Ille-et-Vilaine). Il fut pendant 25 ans, médecin de la Marine nationale.

Après 11 années de service outre-mer et sur mer, il devient médecin spécialiste des hôpitaux maritimes. Agrégé du service de santé de la marine, il est nommé professeur à l'école de Bordeaux puis à l'école d'application des médecins de la marine à Toulon où il occupe la chaire d'hygiène navale.

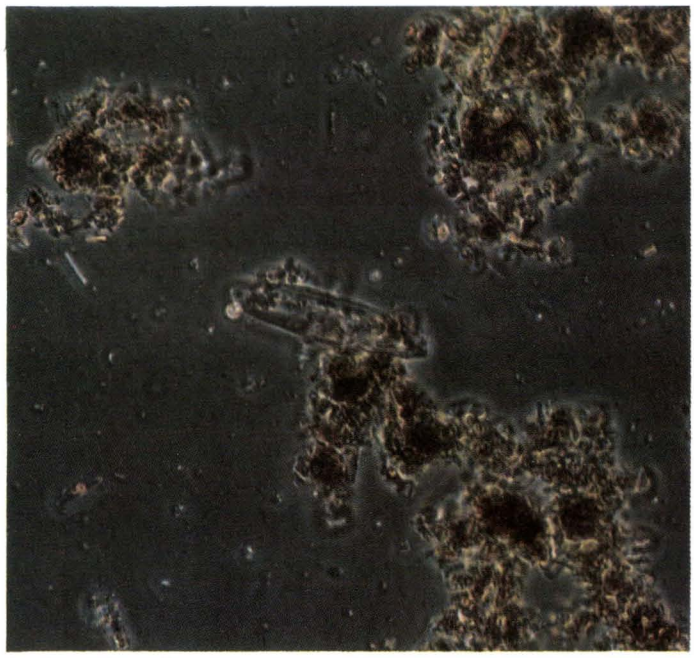
Il se dirige ensuite vers la carrière universitaire. Docteur ès-sciences naturelles, puis agrégé des facultés de médecine, il exerce, pendant 19 ans, à la faculté de Poitiers en tant que professeur de bactério-virologie.

Bien que retraité, il est toujours expert consultant à l'Organisation mondiale de la santé, membre du comité scientifique de la Principauté de Monaco, consultant au ministère de l'Environnement dans le domaine de l'hygiène du milieu marin, et, depuis 1972, membre correspondant national de l'Académie de médecine.

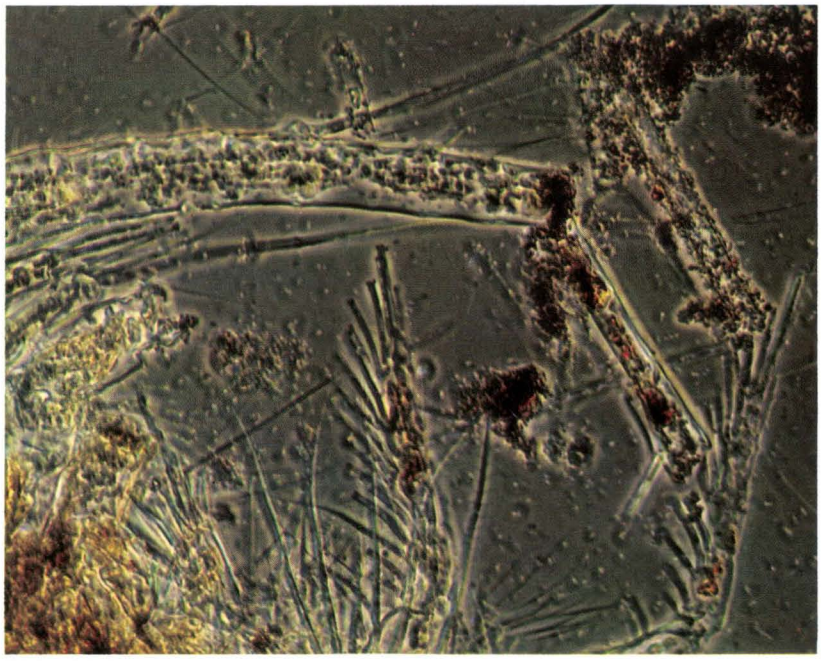
On dénombre 480 publications signées Jean Brisou et 7 ouvrages de microbiologie et d'enzymologie.

De nombreux problèmes de santé sont posés par la pollution constante, massive, urbaine et industrielle des mers et des estuaires. Les simples analyses d'eau effectuées en routine par de nombreux laboratoires chargés de la surveillance nous renseignent en défi-

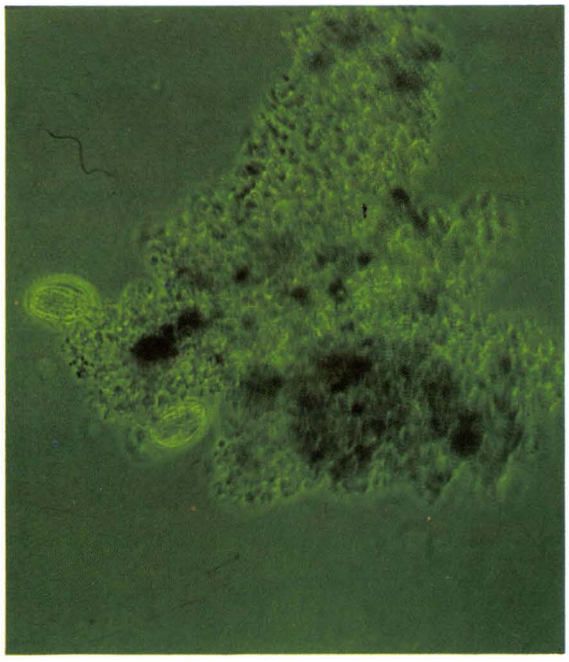
Dans la nature, dans les eaux, les bactéries forment des agrégats.



Les bactéries collent les unes aux autres (amas bactériens en brun) et se fixent également sur les particules inorganiques.



Ces bactéries se fixent aussi sur le plancton (fragments de zooplancton).



Amas bactérien avec deux ciliés qui s'en nourrissent.

Ces bactéries, liées, échappent aux démembrements mais elles restent enzymologiquement, biochimiquement actives, ce qui justifie la méthode proposée pour étudier l'activité des sédiments et des eaux polluées.

nitive bien modestement sur l'impact des contaminants. J'ai dénoncé à différentes reprises ces insuffisances et préconisé des analyses systématiques des sédiments et des sables. Une approche plus écologique apporte des renseignements supérieurs. Elle consiste à étudier non pas tel ou tel microbe par culture et isolement, non pas à caractériser tel métal ou tel produit chimique, mais à établir un bilan de l'activité réelle de l'ensemble du microbisme (nous disons : microbiocénose) sur différents produits, aussi proches que possible de ceux qui sont constamment déversés dans l'environnement, et d'en suivre la vitesse de dégradation enzymatique.

Sans insister sur les données techniques, il suffira de noter que le sédiment expertisé est introduit à dose fixe dans des solutions ou des émulsions de substances aussi banales que du sucre de canne, de betterave, des pectines, de l'amidon, de la caséine (protéine du lait) des huiles végétales (arachide, olive, maïs, par exemple), des composés soufrés, ou phosphorés, de l'ammoniaque, des nitrates. Les mélanges sont laissés

à la température du laboratoire pendant un temps déterminé, pour chacun des substrats, parfois même sous une faible pression (sédiments profonds). L'attaque microbienne des produits se traduit soit par une acidification, soit par une production d'ammoniaque, ou encore de nitrites, de phosphates, de sulfures, qu'il est très facile de doser avec précision. De cette façon l'expérimentateur a la possibilité de calculer la vitesse de dégradation d'un produit quelconque en fonction du temps et par gramme de matériel sédimentaire séché à poids constant. Il dira par exemple : X azote ammoniacal par 24 heures et par gramme, ou acidité égale a : X ml de NaOH, O, OIN par 24 heures et par gramme, etc. Je n'insiste pas sur ces données techniques, mais il est facile de comprendre que de telles expressions apportent beaucoup plus de précision que les dénombrements microbiens.

N'importe quel produit peut être étudié de cette façon : sucres de toutes provenances, produits azotés, soufrés, phosphorés, hydrocarbures, détergents, pesticides, etc., à la condition d'être « biodégradables », c'est-à-dire accessibles à l'activité des enzymes bactériennes.

La méthode est simple, à la portée de tout laboratoire. Elle n'exige aucune acquisition de matériel coûteux. Elle est, de loin, la plus économique de toutes.

Il doit être précisé toutefois que pour la surveillance sanitaire des régions balnéaires et conchylicoles, elle n'exclut en aucune façon les colimétries et dénombrement des streptocoques fécaux qui restent les seules méthodes de routine valables pour apprécier spécifiquement la contamination fécale, en attendant de trouver mieux. On y ajoute maintenant la recherche des levures et des entérovirus.

Perspectives

La méthode enzymatique dite « globale » interroge la totalité du microbisme présent susceptible d'agir dans les conditions naturelles. Il a été possible d'établir des relations intéressantes entre les résultats biochimiques obtenus et la situation dans la zone prospectée. Il a été noté que des activités enzymatiques élevées nuisent à la flore et à la faune aquatiques. La dégradation des composés organiques azotés entraîne une production importante d'ammoniaque, qui s'accumule sur les sédiments et se révèle très toxique pour certains animaux et plantes. Il en est de même pour d'autres produits du métabolisme, l'hydrogène sulfuré notamment, qui devient un véritable poison. Les excès de phosphates entraînent une prolifération anormale de certaines algues microscopiques et d'autres micro-organismes qui provoquent ce que les scientifiques appellent l'eutrophisation, avec appauvrissement en oxygène, dont il est facile de prévoir les conséquences, là encore, pour la vie sous-marine.

La méthode permet de préciser l'importance de l'impact des émissaires polluants sur l'ensemble de l'écosystème, c'est-à-dire du milieu que l'on se propose d'étudier. Elle montre à l'évidence que la mer n'est pas une poubelle et qu'elle ne peut « tout absorber » comme certains le prétendent encore ! Les déversements dont les responsables multiplient frénétiquement la construction modifient profondément la biochimie des sédiments et, par là même, de toute la vie sous-marine. La méthode enzymatique en apporte des preuves formelles.

Un autre aspect non moins intéressant est de préciser le rôle global d'un polluant chimique quelconque sur l'activité microbienne d'un sédiment. Les études effectuées dans ce domaine avec des sels de métaux lourds, des détergents, des pesticides, ont permis de fixer les seuils d'activité inhibitrice de ces produits.

Les techniques proposées sont intégralement applicables à l'étude des boues de stations d'épuration, à leur potentiel de biodégradation, ou à l'action des produits chimiques sur leurs potentialités enzymatiques. Nous savons, par exemple, que beaucoup de sels métalliques arrêtent le travail des microbes dès que les concentrations de ces produits atteignent 150 à 200 ppm, parfois même moins, selon les cas. La méthode enzymatique permet aussi d'équilibrer ces boues, de les améliorer avant de les livrer à l'agriculture.

Il est possible, et même vivement conseillé, d'en faire usage pour étudier le devenir des hydrocarbures dans les sables de plage et au niveau des sédiments d'estuaires. Le problème est d'actualité. J'ai pu montrer, il y a quelques années, que les pétroles bruts sont relativement vite dégradés si l'on ajoute certains composés organiques au milieu contaminé. J'ai attiré l'attention sur l'intérêt des sucres, notamment de l'amidon de pomme de terre. En sa présence, la biodégradation d'une couche de pétrole épaisse de 1 cm, est réalisée en huit jours. Un moyen simple pour dépolluer des sols, des plages, des vases, consisterait donc à labourer et à enfouir des résidus de pommes de terre avec l'hydrocarbure à faible profondeur. Il est probable que la bio-épuration serait rapidement obtenue. La méthode enzymatique globale permettrait de suivre les étapes de cette dégradation et sa vitesse. L'ensemble obtenu serait vraisemblablement fertilisant pour les sols et utilisable en agriculture. Le problème mérite d'être étudié dans ce sens.

Conclusion

La microbiologie des sédiments, comme celle des sols, a longtemps été limitée à des dénombrements de microbes, à leur isolement et à leur étude à l'état pur, en laboratoire. Ces méthodes ont apporté des enseignements du plus haut intérêt.

Ces recherches classiques demeurent indispensables. Les populations microbiennes des sédiments doivent être inventoriées, connues dans le détail de leurs caractères spécifiques et étudiées comme par le passé. Il est non moins nécessaire de se pencher aussi, avec la même attention, sur leur « histoire naturelle », sur leur comportement dans l'environnement. L'attitude d'une bactérie, d'une levure ou d'un champignon inférieur au laboratoire, observés dans des tubes, seuls de leur espèce, en présence d'aliments très purs, n'a certes rien de commun avec ce qui se passe dans la nature. Il est aberrant de transposer aux conditions naturelles ce qui est observé et enregistré au laboratoire. Les erreurs d'appréciation deviennent alors considérables. Nous en avons maintenant de nombreux témoignages. Nous ne captons avec nos moyens de culture que les micro-organismes acceptant de se développer sur les milieux artificiels qui leur sont offerts et dans des conditions de température tout à fait conventionnelles. Les incertitudes restent nombreuses.

Le scientifique a besoin d'être renseigné à un autre niveau d'observation, d'être informé sur le comportement des bactéries, des levures et champignons, des micro-algues, agissant en communauté, et non isolément, sur des substrats variés, en présence de produits chimiques, de polluants de toute nature, là où ils se trouvent normalement. La méthode globale suggérée facilite cette connaissance. Les bilans obtenus permettent de dresser une fiche de santé de la zone prospectée et de suivre son évolution, sa dégradation ou sa régénération, cela à peu de frais et dans le minimum de temps. Une autre façon d'exercer la surveillance que nous impose la pollution constante et massive du littoral maritime est, de cette manière, mise en place. Il serait prématuré d'en donner des résultats définitifs ; pour le moment ils satisfont. ■

Les recherches scientifiques de la Fondation océanographique Ricard et leurs perspectives d'avenir

Dès l'origine de la Fondation océanographique Ricard, en 1966, ses animateurs, dont Jacques Chouteau, professeur de physiologie appliquée à l'université d'Aix-Marseille, se sont attaché, conformément aux statuts, à favoriser l'observation et l'étude de la mer. Quelques collaborateurs, avec Alain Bombard, se consacrèrent plus spécialement à la biologie.

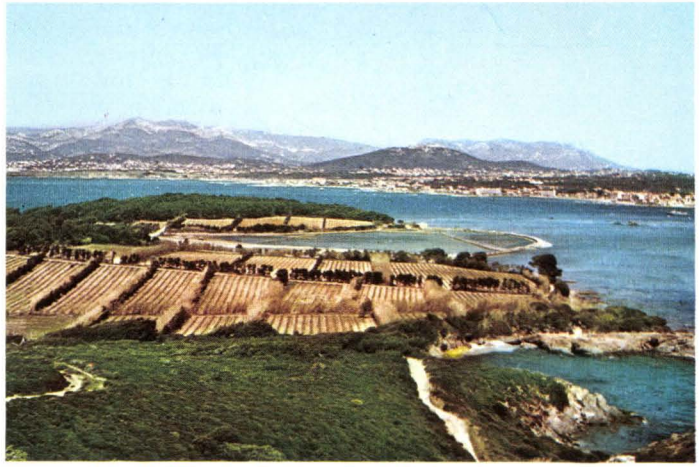
Par la suite, avec l'arrivée du Pr Nardo Vicente, à qui fut confiée la responsabilité des travaux scientifiques, une équipe de chercheurs à temps plein fut constituée, à partir de 1974.

Comment? En orientant la formation de plusieurs étudiants des universités de Marseille qui, après leur thèse de troisième cycle, ont été engagés par la Fondation. Chacun, dans sa spécialité, est en liaison avec d'autres laboratoires et reçoit le concours de stagiaires qui préparent eux-mêmes soit une thèse, soit un ingéniorat, ces stages leur apportant une formation complémentaire.

Est-il nécessaire de rappeler également la collaboration très active avec des organismes comme le Centre national pour l'exploitation des océans, ou les facultés des sciences de plusieurs universités?

Les moyens augmentant, l'expérience s'amplifiant, le champ des investigations s'est peu à peu élargi et précisé.

Il nous a donc paru intéressant de dresser un tableau des recherches menées actuellement à la Fondation et d'exposer les perspectives d'avenir en ce domaine. Aussi avons-nous interrogé chacun des membres de cette jeune et dynamique équipe.



Vue partielle de l'île des Embiez. Au-delà des vignes au premier plan, les salines, terrain d'expérimentation pour les chercheurs et, à droite au fond, la lagune du Brusc, milieu de référence.

Professeur Vicente, comment situer les activités scientifiques de la Fondation?

● C'est très simple, encore que ces activités soient multiples et concernent de nombreux aspects du monde marin.

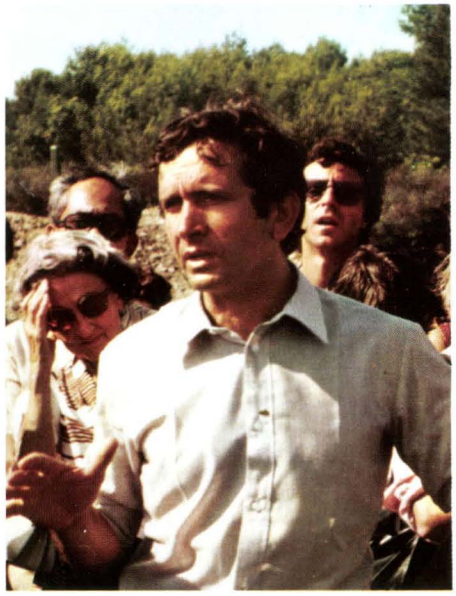
L'une de nos premières tâches est d'étudier la vie des organismes marins dans leur ensemble — c'est la biologie — ainsi que leurs relations avec le milieu dans lequel ils vivent — c'est l'écologie.

Une partie du travail se fait en laboratoire mais, très vite, cette étude aboutit à une expérimentation en espaces et en volumes plus importants que ceux des laboratoires. A l'île des Embiez, nous avons la chance de disposer de plusieurs hectares d'anciennes salines désaffectées, dont une partie des bassins a été aménagée pour l'aquaculture expérimentale.

La lagune du Brusc se trouvant tout à côté, nous pouvons donc comparer les conditions des élevages réalisés dans ces bassins contrôlés avec celles que l'on peut observer dans le milieu de référence, c'est-à-dire le milieu naturel.

Vous ne parlez pas de la pollution...

● J'y venais, justement. En effet, il est illusoire de vouloir mener à bien une telle aquaculture si ce milieu n'est pas exempt de toute pollution. C'est, aussi, tout simplement indispensable pour que la faune puisse vivre dans de bonnes conditions.



Nardo VICENTE

Vous voyez donc qu'il est nécessaire de contrôler à tout instant l'effet des nuisances qui altèrent le milieu marin et, en particulier, leur impact sur la chaîne alimentaire.

D'où notre souci de préserver le milieu et, par exemple, de proposer une planification écologique. C'est là un axe plus récent et l'aboutissement de nos travaux.

Si vous le voulez bien, nous allons reprendre point par point ces différents aspects.

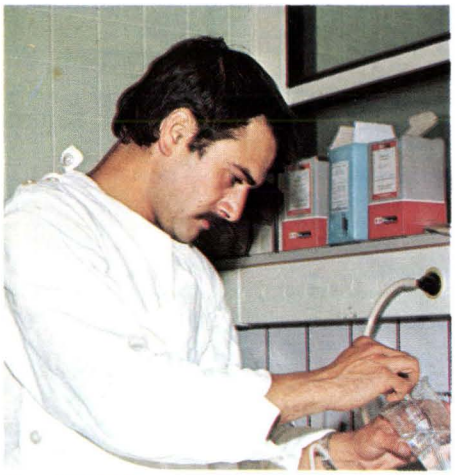
● Très volontiers. Je dois d'abord rappeler que l'équipe de nos chercheurs a été constituée en vue de couvrir tous les domaines que je viens d'évoquer. J'ajoute qu'ils pratiquent la plongée en scaphandre autonome, ce qui leur permet d'observer les fonds et les espèces qui y vivent, dans les meilleures conditions.

Comme je vous le disais, il s'agit là de notre préoccupation initiale.

Dans nos laboratoires, sont réalisées des expériences de développement de mollusques comme les coques, les moules, les palourdes et les aplysies.

Est, en particulier, étudié le développement larvaire de ces animaux de même que le développement du plancton, végétal et animal.

En premier lieu, le plancton végétal,



Yvan MARTIN

ou phytoplancton. Or, il présente des relations très étroites avec les communautés bactériennes dont s'occupe Yvan Martin. Mieux que moi, il pourra vous exposer leur rôle.

M. Martin, vous êtes, à la Fondation, le spécialiste de la microbiologie. Vous étudiez, notamment, l'action et l'évolution des bactéries. Comment doit-on les situer dans le cycle de la vie ?

● Il est bon, je crois, de rappeler qu'un écosystème, c'est-à-dire un milieu avec tous les êtres qui y vivent, qu'il soit naturel ou artificiel, est toujours formé de trois catégories d'êtres vivants et qu'il emprunte nécessairement de l'énergie au milieu extérieur.

Ce sont les végétaux qui constituent ce qu'on pourrait appeler la "porte d'entrée" de l'énergie solaire. Ils se trouvent donc à la base des chaînes alimentaires. Ce sont des producteurs primaires.

Viennent ensuite les animaux. soit herbivores, consommateurs primaires, soit carnivores, consommateurs secondaires.

Les bactéries complètent cet ensemble vital. Ce sont des microbes qui assurent la reminéralisation des déchets et des cadavres. Ils permettent le retour des substances organiques vers un état minéral indispensable aux végétaux, comme les engrais. On dit des bactéries que ce sont des "décomposeurs".

Il semble donc qu'elles jouent un rôle de premier plan dans la nature...

● Tout à fait. Elles sont omniprésentes et leur action est probablement importante dans la régulation des communautés d'êtres vivants qui constituent la chaîne alimentaire.

Cette action n'est pas la seule et, par des effets de compétition, d'antagonisme, de parasitisme vis-à-vis de plusieurs catégories végétales ou animales (certaines bactéries sont capables de déclencher des épidémies catastrophiques dans les installations d'aquaculture) ou, au contraire, des effets favorisants, elles sont susceptibles, dans une certaine mesure, d'orienter l'évolution des peuplements animaux ou végétaux constituant une communauté.

Ce que vous venez d'exposer permet de mesurer tout l'intérêt de l'étude de ces bactéries.

● Cette étude constitue le thème de notre travail. Il s'agit, en fait, de décrire ces diverses catégories de bactéries associées à différentes situations dans nos systèmes d'aquaculture, dans les cultures d'algues en particulier, leurs fonctions et leurs activités au sein de ces systèmes d'élevage en vue de déterminer les conditions dans lesquelles leur action serait le plus favorable possible, compte tenu des objectifs fixés, et d'arriver à orienter cette action dans ce sens.

Il est bien évident qu'il s'agit là d'une tâche de longue haleine, un travail de moine bénédictin... Ces recherches d'écologie microbienne sont menées en relation étroite avec l'étude du plancton car les communautés bactériennes et planctoniques, comme l'a dit tout à l'heure le Pr Vicente, sont intimement liées. A la Fondation, je travaille donc en liaison avec Patrick Lelong, le spécialiste du plancton, de la production paraprimaire.

M. Lelong, quel est le but général de votre activité ?

● C'est de mieux comprendre la vie, les besoins des animaux et des végétaux planctoniques afin de maîtriser leur culture. On voit tout de suite l'intérêt d'une telle culture : on peut, de cette manière, obtenir une production contrôlée d'organismes qui servent, directement ou non, à nourrir différents animaux marins.

Comment procédez-vous ?

● Les organismes sont étudiés dans le milieu naturel et, éventuellement, en laboratoire, afin de connaître leurs

Patrick LELONG

conditions de vie, les facteurs écologiques qui favorisent leur apparition dans le milieu, leur développement, ou qui entraînent leur disparition.

Ne réalisez-vous pas d'expériences sur le "terrain" ?

● Bien sûr ! Ces expériences sont nécessaires car elles permettent de vérifier certaines hypothèses formulées après les observations dont je viens de parler. Grâce à elles, on peut aussi procéder à une application à la production de biomasse végétale utilisable en aquaculture pour la nourriture des coquillages, par exemple. Nous étudions également le comportement des organismes face à une agression du milieu marin.

Quels moyens utilisez-vous ?

● D'abord l'étude, au microscope, des différentes espèces planctoniques ; puis l'étude de certains constituants cellulaires tels que la chlorophylle ou l'A.T.P. responsable de l'énergie de la cellule ; enfin, l'étude des paramètres du milieu environnant.

Et quels résultats espérez-vous ?

● En premier lieu, améliorer la production planctonique naturelle, qui est trop faible pour nourrir convenablement les coquillages que nous

Ces bassins permettent d'observer la dégradation des hydrocarbures par les bactéries.

élevons. Dans ce but, nous stimulons le développement des espèces planctoniques les plus favorables.

Pour ce faire, il nous faut étudier les besoins de ces espèces en matière d'éclairement et en matière d'apport nutritif, c'est-à-dire qu'il faut choisir les "engrais" qui conviennent le mieux, déterminer leur quantité en valeur absolue et en pourcentages respectifs.

Nous arrivons ainsi à une meilleure connaissance de leur croissance en fonction des paramètres environnants, de l'interaction avec d'autres espèces, que ce soit une action bénéfique ou, au contraire, néfaste.

Toutes ces connaissances, tous les résultats acquis dans cette recherche, permettent d'obtenir la croissance la plus favorable des meilleures espèces, en utilisant et en modifiant au mieux les paramètres accessibles à l'expérimentation : température, salinité, oxygène, sels minéraux, etc.

Si je comprends bien, Pr Vicente, le plancton se trouve à la base de la vie marine ?

Un bassin aménagé dans les ex-salines. Au fond, les bacs où l'alimentation apportée est plus riche en plancton que dans la lagune du Brusc. La croissance des coques est sensiblement plus rapide.

● En quelque sorte, oui ! C'est le plancton végétal qui réalise la photosynthèse, transformation de l'énergie solaire en matière vivante constituée essentiellement par des sucres dans les cellules phytoplanctoniques.

Il est formé d'algues unicellulaires et sert de nourriture au zooplancton, ou plancton animal. Celui-ci est constitué, entre autres, de minuscules crustacés qui, eux-mêmes servent de pâture aux poissons planctonophages comme les athérines. Ces poissons se trouvent à leur tour dévorés par des poissons prédateurs tels que le loup. On peut ajouter qu'en fin de compte l'homme consomme le loup ! C'est la chaîne alimentaire.

Ceci m'amène à parler des recherches que nous effectuons sur une chaîne alimentaire courte, celle qui met simplement en jeu le plancton végétal et les coquillages. Pourquoi avoir choisi les coquillages, me direz-vous ? Je laisserai à Alain Riva le soin de répondre à cette question.

● De tout temps, vous le savez, les coquillages ont été une source de nourriture pour l'homme. Si l'élevage des huîtres et des moules est une réussite, il n'y a pas eu beaucoup d'essais sur la culture des coquillages fouisseurs qui vivent dans le sable et la vase, comme les coques, les praires, les palourdes.

En fait, un élevage est conditionné par l'approvisionnement en jeunes individus capturés ou ramassés dans le milieu naturel. C'est le naissain. Depuis 1947, on connaît les paramètres du milieu ambiant qui agissent sur la reproduction des coquillages, et, ainsi, on obtient des larves au laboratoire. Maintenant, il existe des "écloseries" qui permettent l'élevage industriel de ces larves jusqu'au stade du naissain, c'est-à-dire de jeunes individus de quelques millimètres. Cette nouvelle industrie permet de pallier les aléas du captage ou du ramassage en milieu naturel.

Ces élevages ont d'ailleurs pu être réalisés grâce aux études effectuées sur la culture des algues unicellulaires planctoniques, base de l'alimentation des coquillages. Les espèces concernées par ces élevages sont surtout l'huître et la palourde. Si, pour l'huître, il n'y a pas d'énormes problèmes d'engraissement sur parc, pour

Alain RIVA

la palourde et d'autres espèces, le sujet est neuf. Les essais de grossissement des palourdes en zone aménagée viennent à peine de commencer sur la côte atlantique française. Pour la Méditerranée, il existe un projet mais, lorsqu'on se trouve en milieu très pauvre en éléments nutritifs, il devient nécessaire de pallier ce déficit.

J'en conclus que c'est la raison pour laquelle il a été décidé d'étudier la chaîne des végétaux planctoniques-coquillages...

● En effet, et je précise : dans un milieu enrichi artificiellement par des engrais. L'étude de la croissance des coquillages est une suite logique à l'étude des populations algales planctoniques. La voie d'une étude écologique consiste à analyser les relations existant entre les populations de coquillages et le milieu dans lequel ils se nourrissent et se développent.

Ainsi, il convient d'étudier l'influence du milieu sur la croissance des populations de bivalves : température, oxygène dissous, salinité, biomasse phytoplanctonique, et également, l'influence des populations sur le milieu : respiration, excrétion, broutage... Le premier point représente l'écophysiologie : c'est ce qui permet de déterminer l'optimum idéal de vie d'une espèce et de ses possibilités d'adaptation à un milieu donné. Le deuxième point peut représenter une voie d'étude de la bioénergétique : par exemple, rendement énergétique en fonction de la croissance et de la nutrition.

A quoi correspond ce rendement énergétique ?

● En fait, à un pourcentage de la nourriture assimilée qui est transformée en chair de coquillage, ce qui est très important au niveau d'une exploitation. Ce rendement est donc fonction du milieu, pour la nourriture, mais également de la maturation des

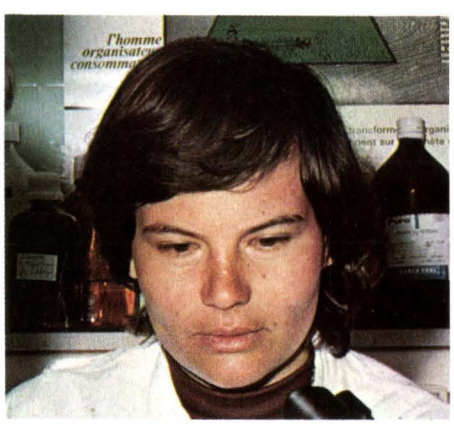
produits génitaux, pour la reproduction. Par exemple, aux Embiez, si l'on n'enrichissait pas l'eau de la lagune du Brusc, la croissance des coquillages serait pratiquement nulle car le milieu est peu riche en éléments phytoplanctoniques. D'où un rendement très faible. En revanche, en milieu enrichi, le rendement est plus important d'environ 10 %. L'activité métabolique peut être variable d'une espèce à l'autre et il est nécessaire de bien connaître la physiologie des espèces concernées afin de les placer dans les meilleures conditions possibles. J'ajoute que l'alimentation des mollusques bivalves constitue un problème au niveau de la digestion et de l'assimilation.

Ne vous consacrez-vous qu'aux coquillages ? Qu'en est-il de l'élevage des poissons, Pr Vicente ?

● Les coquillages, ce fut et cela demeure, pour l'instant, l'objet principal de nos travaux d'aquaculture expérimentale. Cependant, nous avons la possibilité, par les résultats obtenus et grâce aux bassins dont nous disposons, d'étudier aussi les poissons dans d'excellentes conditions. Car, ces derniers, il faut bien le dire, constituent la matière essentielle de l'aquaculture intensive. Ainsi nous est venue l'idée d'étudier le peuplement des ex-salines et les possibilités d'y implanter une population d'alevins de loups.

... peuplement qui constitue le sujet de thèse d'une de vos stagiaires...

● En effet, il s'agit de Mlle Dominique Vitale.



Dominique VITALE

● Oui, j'étudie le peuplement, plus exactement, le repeuplement des salines après les aménagements en bassins qui ont été réalisés et la mise en communication avec la lagune. Du fait de celle-ci, on assiste à l'installation de nouveaux peuplements et à la régénération du milieu. Le premier travail consiste à étudier l'écologie générale des salines.

Les étapes de la croissance de la palourde japonaise (à gauche) comparée à celles de la palourde européenne (à droite). Elles passent de 6 mm à 10 mm, en six mois, en milieu marin naturel alors qu'en évoluant dans un milieu enrichi en phytoplancton, pendant la même période, elles atteignent 20 à 25 mm ; c'est le cas de ces palourdes élevées dans les bassins d'expérimentation sur l'île des Embiez.

N'avez-vous pas également apporté vous-même de nouvelles espèces ?

● C'est vrai : nous avons implanté des alevins de loups et j'étudie leur évolution ainsi que les conditions de leur croissance dans ces bassins, étant entendu que nous n'apportons aucune nourriture. Les poissons s'alimentent avec ce qu'ils trouvent. C'est donc de l'aquaculture extensive.

D'autre part, je procède à des essais de nourriture de mulets, placés dans des cages, à l'aide de déchets alimentaires.

Comme vous le voyez, l'aquaculture expérimentale se développe !

A ce propos, Pr Vicente, lorsque vous parlez d'aquaculture, vous prenez soin, chaque fois, de préciser qu'elle est expérimentale. D'autre part, maintes fois, vous avez exprimé le souhait qu'une "ferme marine" soit créée, idée que M. Guillard a exposée dans le précédent numéro de la revue de la Fondation : où en êtes-vous à ce sujet ?

● Pour la Fondation, il a toujours été entendu que nous ne ferions que de l'aquaculture expérimentale. M. Guillard l'avait déjà indiqué et, lorsqu'il lui a succédé à la présidence de l'association, M. Arnaud a tenu à le rappeler : la Fondation n'a pas de vocation commerciale. Pour nous, il s'agit de mener à bien une étude scientifique et de mettre aux point des techniques d'élevage. La ferme marine que nous souhaitons, en effet, permettrait d'associer les pêcheurs, dans une structure à définir. Ils sont d'accord pour y prendre une part active.

Quant à la Fondation, elle apporterait son savoir-faire, ses conseils, le but final étant de permettre aux pêcheurs de compléter leurs ressources puisque, on le sait, la pêche rencontre de nombreux problèmes.

Je remarque que, jusqu'à présent, vous n'avez pas prononcé le mot de pollution. Il est pourtant l'une des principales préoccupations de la Fondation...

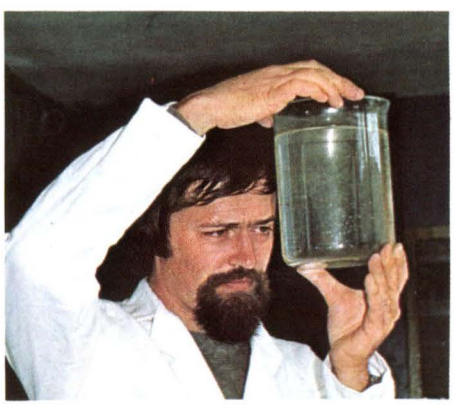
● C'est exact. D'ailleurs, comme je vous le disais au début de notre entretien, faire de l'aquaculture est impossible si le milieu n'est pas sain.

Pour le contrôler, les chercheurs testent la pollution dans le milieu de référence, la lagune du Brusc, procèdent à des prélèvements réguliers tout au long de l'année, et même sur plusieurs cycles annuels.

Ces contrôles sont aussi effectués dans le milieu d'élevage, les ex-salines, et portent sur l'eau, le plancton, les coquillages, le sédiment, ainsi que sur les excréments des animaux car ils renferment eux aussi des micropolluants comme les métaux lourds, les pesticides...

En complément de cette étude du milieu, il est important de procéder à des expériences en laboratoire pour voir comment se comportent les micropolluants. Notamment, il est indispensable de réaliser des expériences de contamination en laboratoire pour déterminer le seuil de toxicité de ces éléments chez les organismes marins.

C'est le travail de Pierre Escoubet.



Pierre ESCOUBET

M. Escoubet, le but de vos travaux est, je crois, de déterminer les effets biologiques des polluants aux différents échelons de la chaîne alimentaire ?

● Oui, plus exactement, il s'agit de déterminer si les polluants se concentrent chez un individu pour devenir toxiques à un échelon supérieur, si les polluants ont un effet toxique direct chez cet individu, ou encore s'il n'y a aucun effet ni concentration.

Pouvez-vous citer un cas ?

● Prenons, par exemple, celui du lindane. C'est un insecticide qui a pratiquement pris la place du D.D.T. puisque celui-ci est maintenant interdit. Eh bien, ce lindane qui, à faible dose, inhibe la croissance d'une

algue planctonique, chez une autre espèce, une dose très supérieure ne provoque qu'un faible effet sur cette souche.

Par contre, des coques qui se nourrissent de cette souche ont un taux de mortalité élevé. L'aplysie, qui est aussi un mollusque, accepte et concentre des doses de lindane très importantes, comme l'a montré le Pr Vicente.

Comment se traduisent vos observations ?

● On cultive une souche d'algue dans un milieu nutritif approprié et contenant une dose connue de polluant. On observe le développement de la souche, c'est-à-dire que l'on compte le nombre de cellules par millilitre, cela, tous les trois jours durant un mois.

Et comment procédez-vous à ces calculs ?

● Au microscope d'abord, puis au compteur de particules qui permet, en outre, d'observer la taille des individus. Les taux de chlorophylle et d'A.T.P. sont déterminés aussi par dosage.

Chez les animaux qui ont été contaminés par des aliments tels que les souches algales, on observe la mortalité, tous les jours, et l'on effectue différentes observations biochimiques, histologiques, enzymatiques.

Pouvez-vous préciser pour le profane que je suis ?

● Ces observations permettent de déterminer l'action chronique et pratiquement toujours néfaste d'un ou de plusieurs polluants dans l'organisme. Un animal paraît sain extérieurement mais il est atteint à l'intérieur : c'est la même chose pour nous lorsque nous sommes malades.

Pour la partie histologique, nous utilisons un microscope optique et électronique.

D'autre part, nous recherchons aussi des organismes-tests afin de contrôler la qualité des eaux.

C'est-à-dire ?

● L'utilisation des espèces d'oursins vivant sur nos côtes et la facilité que l'on a pour effectuer des reproductions contrôlées en laboratoire permettent de les utiliser pour tester la qualité de l'eau. C'est-à-dire que l'on compare une eau propre témoin à des eaux provenant de différents milieux. Pour cela, nous contrôlons le taux de croissance des œufs et des larves. Moins il y a de larves, plus l'eau est polluée.

Vous avez consacré votre thèse de troisième cycle aux effets du lindane sur la rascasse. Continuez-vous de travailler sur cette espèce ?

Cages d'animaux marins dans les salines.

● Oui, beaucoup plus sur sa reproduction que sur sa contamination par des polluants. Je recherche les moyens d'obtenir les alevins de manière régulière et constante.

Pouvez-vous parler des résultats obtenus ?

● Hélas ! personne n'est encore parvenu à déterminer la qualité et la quantité d'aliments qu'il convient de donner à ces alevins.

Or, c'est indispensable si l'on veut faire de l'aquaculture avec cette espèce.

Avec quels autres laboratoires travaillez-vous ?

● Pour ma part, avec Saint-Jérôme, à Marseille, c'est-à-dire le laboratoire de biologie marine dirigé par le Pr Vicente. Nous avons recours à un microscope électronique qui permet de réaliser des observations plus fines que le microscope optique. Avec ce dernier, qui équipe notre laboratoire, nous observons les effets des polluants sur les intestins de poissons que nous donnent nos collègues de l'Institut Michel Pacha, à Tamaris, qui dépend de l'université de Lyon.

En tant que chercheur, qu'aimeriez-vous découvrir ?

● La maîtrise du développement larvaire et le cycle vital chez la rascasse. Et puis, connaître à fond la flore et la faune méditerranéennes afin de compléter les espèces que nous avons déjà dans les aquariums de la Fondation.

Pour en revenir à la pollution, je n'ai évoqué que quelques aspects de nos travaux. Yvan Martin intervient sur d'autres plans.

Que pouvez-vous nous dire à ce sujet M. Martin ?

● Le laboratoire de microbiologie étudie, en particulier, de manière expérimentale, la survie des bactéries entériques des eaux d'égouts injectées en milieu marin, dans le cadre d'un programme conjoint avec le ministère de l'Environnement et le C.N.E.X.O.

Mon point de vue est que s'il est important de faire un constat de pollution, il serait encore plus utile de trouver les moyens de s'en débarrasser. Dans ce sens, les problèmes de pollution et les études d'aquaculture peuvent être intimement mêlés. C'est plutôt dans cette optique du recyclage et de l'utilisation des déchets que nous menons cette recherche sur les eaux d'égout. Celles-ci contiennent des quantités énormes de sels nutritifs qui pourraient soit permettre une forte production végétale (c'est le phénomène désastreux de l'eutrophisation des lacs, par exemple) qui servirait, à son tour, peut-être, de nourriture à des animaux d'élevage, mais ce serait assez peu réaliste, compte tenu des substances toxiques ou des virus qui peuvent s'y trouver —, soit, plutôt, servir de base pour une production énergétique par fermentation de la biomasse ainsi produite : méthane, alcool, etc., et à la fabrication d'engrais. Bien entendu, ce sont là des objectifs à long terme et le but sera sans doute difficile à atteindre, voire irréalisable ou trop coûteux...

Est-ce à dire que c'est une voie de recherche qu'il convient de délaisser ?

● Assurément pas ! elle n'est pas à négliger, compte tenu des problèmes énergétiques que nous connaissons. Mais, vous le voyez, dans ce sens, la recherche fondamentale devient fondamentalement appliquée et il n'y a pas de cloison étanche entre les deux branches.

En ce sens, notre ami Armand Bianchi, avec ses expériences condui-

tes à l'île des Embiez, se trouve en quelque sorte dans une position charnière...

M. Bianchi, vous êtes maître de recherches au C.N.R.S. et membre du comité des experts de la Fondation. Vous avez commencé, voilà plusieurs années, des expériences de dégradation des hydrocarbures par des bactéries ?

Armand BIANCHI

● C'est exact. Vous n'ignorez pas les dégâts causés à la vie marine par les produits déversés sans précaution sur les marées noires. S'ils sont parfois efficaces pour lutter contre celles-ci, ils ont la réputation d'entraîner souvent des dommages graves pour la flore et la faune.

Aussi recherchons-nous le moyen de faire disparaître les hydrocarbures d'une manière naturelle. Il faut savoir que ces derniers sont des produits naturels et qu'ils peuvent être normalement dégradés. Certaines bactéries assurent cette dégradation en digérant le pétrole. Encore faut-il qu'elles soient suffisamment nombreuses ou, à l'inverse, que le pétrole soit en moins grande quantité !

Nos premiers travaux ont donc eu pour but d'étudier les effets, la toxicité de certains dispersants sur la microflore marine. Dans les bassins mis à notre disposition par la Fondation à l'île des Embiez, nous avons testé l'action de ces dispersants sur la microflore, c'est-à-dire sur les bactéries, en l'absence d'hydrocarbures puis sur ceux-ci.

Ces expériences se poursuivent au cours du premier semestre 1980, dans le cadre d'un nouveau contrat avec le C.N.E.X.O.

Les résultats déjà constatés vous donnent-ils satisfaction ?

● Certes, mais l'action est différente en fonction de nombreux paramètres, notamment la saison. Cette seule donnée permet d'imaginer que ces expériences sont nécessairement très longues comme la dégradation du pétrole en mer et, pour l'accélérer, il paraît nécessaire de mettre en œuvre, simultanément, des moyens biologiques, physiques et chimiques. Cependant, nous avançons de manière satisfaisante.

Pr Vicente, vous avez également parlé de planification écologique. Qu'est-ce au juste ?

● Avec Henry Augier, maître assistant à la faculté des sciences de Marseille-Luminy et membre du comité des experts, lui aussi, de la Fondation, nous avons publié, sous l'égide de celle-ci, un essai d'application de cette planification écologique au milieu marin. Je lui laisse expliquer ce dont il s'agit.

● La récente catastrophe sur le chantier de l'extension de l'aéroport niçois est là pour nous le rappeler : toute intervention visant à modifier un milieu peut provoquer des perturbations très graves. La loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature impose d'ailleurs désormais des études d'impact avant tout aménagement.

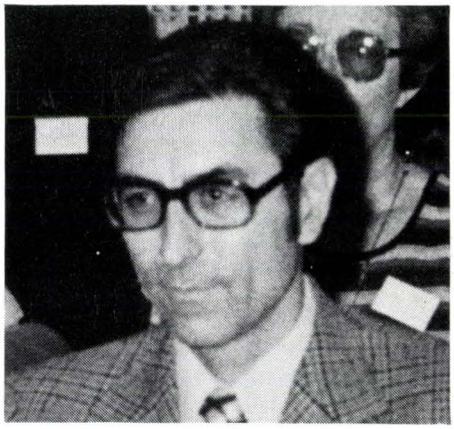
Ce que nous avons voulu faire avec notre essai est de déterminer les caractéristiques d'une zone côtière donnée et les risques encourus en cas d'aménagement. Il s'est agi pour nous de prendre en compte l'ensemble des facteurs physiques et biologiques de cette zone. La synthèse de nos observations et de celles qui ont été établies par d'autres sur la sensibilité du secteur aux agressions, les nuisances, la beauté des fonds, est reportée sur plusieurs cartes. Une autre carte présente la synthèse de ces différentes observations.

Quel but, en définitive, avez-vous poursuivi ?

● Définir les moyens à mettre en œuvre et les précautions à prendre pour parvenir à une répartition harmonieuse et équilibrée des activités de l'homme en fonction de la sensibilité et de la qualité du milieu marin. Et, dans l'immédiat, il s'agit d'enrayer la détérioration de notre environnement et, en l'occurrence, de notre littoral.

Pr Vicente, êtes-vous un chercheur heureux ?

● Tout dépend de ce que l'on entend par heureux. Si cela veut dire que nous obtenons des résultats, il faut bien se persuader que le bonheur, dans le domaine de la science comme dans celui de la vie tout court, c'est d'abord de chercher à atteindre un objectif. Et là, vous le voyez, nous avons du pain sur la planche, si j'ose dire. J'ajoute aussi que, bien évidemment, nous obtenons des résultats. Ce que nous, scientifiques, appelons résultats, n'est, le plus souvent, pas du tout spectaculaire. C'est, par exemple, la vérification d'une hypothèse de travail, vérification qui



Henry AUGIER

permet ensuite d'orienter toute notre recherche. Dans notre domaine, plus particulièrement, nous avançons à petits pas. Nos « résultats » décevraient assurément le grand public que l'on a habitué à consommer chaque jour du sensationnel. Mais ce public commence malgré tout à comprendre, pour prendre l'exemple du cancer, qu'il ne faut pas attendre une découverte qui, du jour au lendemain, permettra de faire disparaître ce fléau. Ce sera, au contraire, le résultat d'une somme de découvertes plus ou moins importantes.

Si vous voulez parler des perspectives d'avenir de la Fondation sur le plan scientifique, elles sont excellentes. Comme vous le savez, d'autres laboratoires, plus vastes, vont être construits où nos chercheurs pourront travailler dans des conditions encore meilleures, et qui permettront d'augmenter nos moyens et de mener à bien des travaux complémentaires dans le cadre de nouveaux contrats.

Donc, heureux ?...

● Oui, et d'autant plus que, comme la très grande majorité des scientifiques, je pense que notre tâche ne peut aboutir que si nous travaillons en équipe : je ne crois pas au travailleur isolé. Ce travail d'équipe est exemplaire à l'île des Embiez puisque, vous le savez, nous collaborons étroitement avec de nombreux autres laboratoires. Et nous n'avons pas cité Perpignan, Sète, Nice, Villefranche-sur-mer... Cette collaboration ne pourra que s'amplifier. Pour moi, c'est le gage d'un travail des plus fructueux et la garantie que l'on ne se contentera pas de chercher mais, aussi, de trouver !

Et puis, dans l'immédiat, ce printemps, à la demande du C.N.E.X.O., nous partirons à Tahiti, au Centre océanologique du Pacifique, où certains des résultats obtenus aux Embiez pourront trouver une application. Alors... ■

HABITER LA MER
Du rêve à la réalité

C'est le thème d'une exposition DE LA FONDATION OCÉANOGRAPHIQUE RICARD et DU CENTRE D'ARCHITECTURE DE LA MER

Vingt mille lieues sous les mers, le rêve de Jules Verne devient chaque jour davantage réalité. Après les sous-marins, depuis très longtemps, déjà, après les soucoupes et bathyscaphes de Cousteau, de Piccard, après "Cyana", du Centre national pour l'exploitation des océans, et l'expédition franco-américaine "Famous", sur la dorsale atlantique, voici qu'apparaît une génération nouvelle d'engins qui permet, dès aujourd'hui, de vivre sous la mer pour y travailler. Des "maisons" existent, les villages sous-marins ne sont plus une utopie. Et aujourd'hui encore, la France se trouve en situation de pointe.

De l'apparition de l'homme, né du poisson, aux temps futurs où sa survie sera conditionnée par la mer, une mer saine, exploitée raisonnablement, l'exposition "Habiter la mer" raconte, explique, démontre, projette dans l'avenir aux moyens de posters, de textes, de maquettes et de projections.

C'est une exposition vivante où l'homme peut se regarder évoluer pour tirer les enseignements de son histoire et de son action sur la nature.

Elle est présentée par le Centre d'architecture de la mer et de l'espace, avec Jacques Rougerie, son directeur-fondateur, et par la Fondation océanographique Ricard.

Les activités et les préoccupations de ces deux organismes se rejoignent et se complètent parfaitement.

Le Centre d'architecture de la mer et de l'espace, c'est "Galathée", maison-laboratoire sous-marine au service de la recherche scientifique, "Aquabulle", refuge sous-marin, des centres d'aquaculture en Espagne, en Italie, aux Etats-Unis, des études pour l'aménagement de parcs marins, de ports de plaisance, l'analyse socio-économique des cadres de vie des populations de pêcheurs, et bien d'autres projets qui, comme "Aquascope", trimaran à flottabilité variable, sont en cours de réalisation.

La Fondation océanographique Ricard, quant à elle, est tournée on le sait, tout à la fois vers la recherche fondamentale et vers une large information du public. Travaux sur l'aquaculture et la pollution, placés sous l'égide du C.N.E.X.O., expériences dans de grands bassins aménagés à l'île des Embiez, dans le Var. Cette activité austère se double d'une action de vulgarisation dirigée vers les enfants d'âge scolaire comme vers les adultes. La Fondation a fait de l'île des Embiez un des centres importants de la recherche marine en France.

"Habiter la mer" est une exposition bilingue destinée à être présentée simultanément dans une centaine de villes françaises et à l'étranger. Elle a été inaugurée au Grand Palais, le 26 septembre 1979 en présence de personnalités telles que M. Roland Nungesser, ancien ministre, président d'honneur de la Fondation, M. Gérard Piketty, président du C.N.E.X.O., M. Yves La Prairie, ainsi que les responsables de la Fondation, M. Jean-Charles Arnaud, président, Alain Bombard, délégué général, Nardo Vicente, responsable scientifique.

Après Paris, Lorient, Tarbes, Sablé l'ont accueilli, précédant Marseille, Dijon, Dieppe, Angers, Alençon, Dinard, Strasbourg, etc.

M. Joël Le Theule, ministre des Transports, a accordé son patronage à l'exposition "Habiter la mer".

« LA MER ET L'ENFANT »

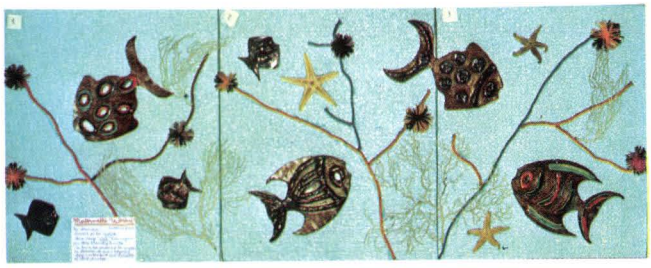
Les émissions de télévision, les livres d'Alain Bombard, de Jacques-Yves Cousteau et de quelques autres prophètes laissent une trace profonde dans l'esprit de beaucoup d'enfants. Cette influence se retrouve lorsque libre cours leur est donné de traduire en dessins ou en textes ce que représente la mer pour eux ; cette mer qui figure à leur programme à différentes étapes de leur vie scolaire. Un professeur de la Seyne (Var), Mme Mireille Roux, a eu l'idée de proposer à la Fondation de réaliser une exposition sur "La mer et l'enfant". Ce thème rejoint parfaitement l'action de l'association qui, par la visite de ses aquariums méditerranéens ainsi que par les causeries d'Alain Bombard ou de ses assistants scientifiques, s'attache, en complément et en illustration des cours donnés en classe par les enseignants, à "montrer la mer". Plus de 10 000 élèves sont accueillis à l'île des Embiez chaque année, auxquels il convient d'ajouter plusieurs milliers d'enfants des colonies de vacances.

« Les idées jaillissent », déclara, unanime, le corps enseignant.

Des maîtres et des professeurs consultés ont été enthousiasmés par ce projet, de même que la Fédération régionale des clubs UNESCO présidée par Mme Colette Bacconnier.

Cela a donné naissance à une très belle exposition constituée de dessins, de vastes fresques (l'une d'elles mesure 6 m de long), de mobiles, d'oiseaux formés de plumes collées ; d'une carte de la Méditerranée (en papier mâché, colorié), etc. Au total plus d'une centaine d'éléments sont présentés, dont certains ont été adressés par des membres de clubs UNESCO de Djibouti, du Japon, de Côte d'Ivoire, etc.

L'ensemble est exposé du 19 au 30 mars à l'Hôtel Hélios et dans la bibliothèque de la Fondation, à l'île des Embiez. Pendant toute cette période, toutes les classes, tous les clubs de la région sont invités à venir voir cette exposition.



Heureux, fiers de pouvoir s'exprimer sur un sujet qui leur tient à cœur, les enfants débordent d'imagination.

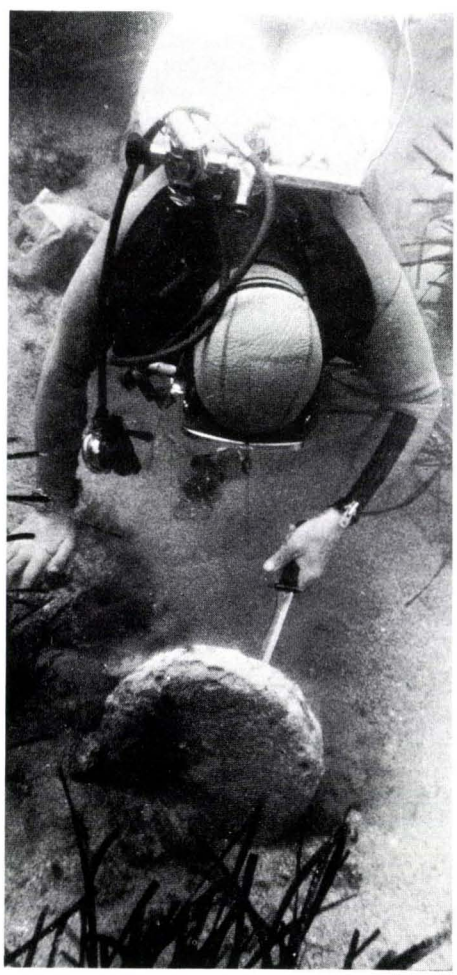
L'archéologie sous-marine

par Jean-Pierre Joncheray

Une nouvelle branche de l'archéologie est née, ces dernières décennies, à la suite du développement de la plongée autonome. En effet, l'utilisation des scaphandres Cousteau-Cagnan et de leurs dérivés a permis l'essor de l'archéologie subaquatique plus couramment nommée « sous-marine », terme impropre, mais utilisé fréquemment, qui laisse entendre que les seules découvertes et les seuls travaux entrepris depuis 1948 le furent sous la mer. Les lacs et les rivières, aussi, ont livré de précieux jalons historiques ou préhistoriques. La France est le pays où cette discipline a connu le plus grand développement. Des résultats exceptionnels ont d'ailleurs été obtenus.

Les vestiges

Le professeur Benoît, regretté directeur des Antiquités, dans une lecture publique à l'Institut de France, disait en 1961 : « Plus de 40 épaves ont été repérées, généralement au pied de récifs, de Port-Vendres à Monaco ». De nos jours, on peut se rendre compte que cette estimation était ridiculement faible, les déclarations d'épaves ont dépassé 150, tandis que des milliers d'objets isolés sont sortis de l'eau chaque année. Un exemple : autour de Saint-Raphaël, 21 épaves étaient connues en 1978 ; un autre : le site sous-marin de Fos offre, sur des hectares, un vrai cimetière marin ; un autre encore : ce n'est qu'en 1975 que fut inventée la dernière épave antique des Embiez. Chaque année, de nouvelles découvertes apparaissent.

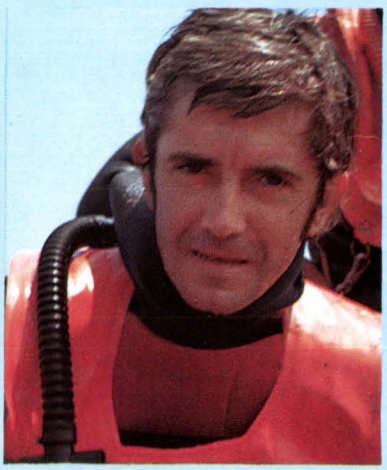


Par quelques mètres de profondeur, découverte d'une meule antique.

Le nombre des vestiges n'a d'égal que leur variété. Les amphores quantitativement prépondérantes, peuvent dater de cinq siècles avant J.-C. comme de cinq autres siècles après J.-C. Une classification de base renferme au moins 60 formes différentes, en provenance d'un grand nombre de pays, et contient une infinité de matières. Mais les amphores ne représentent pas tout. Il y a la vaisselle, qu'elle soit fine (sigillée, campanienne) ou plus grossière — l'épave D du Dramont a livré plusieurs milliers de *pelves*, énormes plats au fond rugueux destinés à la préparation des saumures. Il y a aussi le gréement et les apparaux du navire, ses ancres ; la plus lourde connue de nos jours pesait plus de 2 tonnes ! Les Romains utilisaient, en effet, des ancres en bois à jas de plomb et des ancres en fer. Il y a encore la coque du navire elle-même. Il y a enfin toutes sortes de « trésors » archéologiques : tuiles, meules, pièces de monnaies, éléments d'architecture, grosses jarres ou *dolia*, lingots de cuivre, d'étain, de fer, de plomb, lampes, et, parfois œuvres d'art, telles la statue de panthère découverte à Monaco, ou celle d'un éphèbe, découverte à Agde. Plus récemment, ce sont les vestiges préhistoriques que l'homme s'efforce d'extraire de la mer. Bref, une extrême variété qui donne beaucoup d'intérêt aux recherches et l'on comprend la passion éprouvée par les plongeurs.

Particularités de l'archéologie sous-marine

Les épaves, groupements d'objets antiques provenant du naufrage d'un navire dont on retrouve les restes, et les gisements, qui en diffèrent par le fait que la présence du navire n'est



JEAN-PIERRE JONCHERAY

Biologiste, plongeur, inventeur d'épaves, Jean-Pierre Joncheray est né, en 1942, à Souk-Ahras (Algérie).

Licencié ès sciences et ès lettres, pharmacien, directeur d'un laboratoire d'analyses médicales, il s'installe à Fréjus en 1965.

Il plonge depuis l'âge de 18 ans, près des côtes algériennes d'abord puis françaises, enseignant la plongée à de nombreux débutants.

Créateur et directeur de la publication *Cahiers d'archéologie subaquatique*, revue qui fait notoriété dans ce domaine et qui est diffusée dans le monde entier jusqu'à l'île de Pâques, il est également l'auteur d'une importante monographie sur les amphores.

Il collabore à diverses revues *Archeologia, Neptunia, Océans* et est membre de la rédaction de l'*Aventure sous-marine.*

Passionné d'archéologie subaquatique, excellent plongeur, il est l'inventeur de sept épaves antiques entre Cannes et Toulon et, plus récemment, du sous-marin *Alose* lancé en 1904, véritable pièce de musée qui a été renflouée il y a peu de temps.

Il est le directeur de fouilles sur de nombreux chantiers, en particulier Dramont et Cannes.

Il vient de participer sur TF1, à l'émission « Histoire de la marine » à propos de l'*Alose* et une page lui est consacrée dans le livre récemment édité.

Depuis deux ans, il donne, chaque été, des conférences à l'île des Embiez sous l'égide de la Fondation océanographique Ricard.

pas prouvée, présentent des caractères très particuliers qui font toute l'originalité de l'archéologie sous-marine.

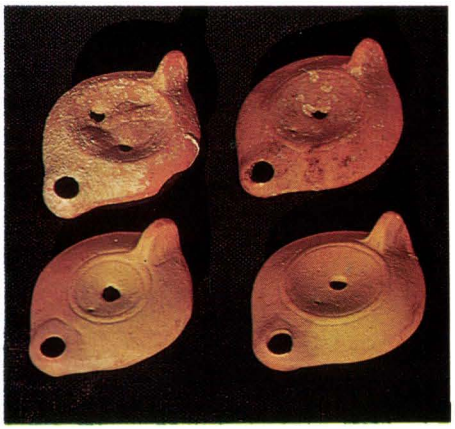
D'abord, leur homogénéité ; une épave représente une « tranche de vie » passée, au même titre qu'une sépulture. Un navire a coulé, entraînant, avec lui, des objets contemporains les uns des autres, ou, du moins, qui étaient en circulation au même moment. Si, de nos jours, un cargo faisait naufrage, son épave contiendrait, par exemple, une cargaison de machines à laver de 1979, de la vaisselle de table de 1974, des pièces de monnaies des 20 dernières années, alors que sa cloche ou son compas daterait du lancement du bâtiment, soit 1936. Il y a là, comme le nomment les archéologues, un *terminus ante quem,* date avant laquelle le bateau n'a pas pu couler, c'est 1979, millésime le plus élevé trouvé à bord. Cela ne veut pas dire que le naufrage n'ait pas eu lieu plus tard. De même, une épave antique peut contenir des objets s'étalant sur 20 ou 30 ans, mais guère plus. A priori, on sait que le chargement est plus récent que le reste des témoins archéologiques. Les fouilles terrestres d'habitations ne présentent pas la même facilité en ce qui concerne la chronologie, les « niveaux » se succèdent rarement avec des limites précises, se mélangent souvent, présentent des discordances.

Ensuite, la qualité du matériel conservé, les objets en terre cuite sont remarquablement intacts, bien plus que leurs semblables découverts sous terre ; les pièces intactes permettent des relevés plus précis que les tessons. Cette qualité des objets crée le problème des prélèvements « non contrôlés » de la part d'amateurs de souvenirs.

Enfin, la difficulté de la fouille, une épave est souvent profonde, souvent mal exposée, au large. Les mouvements de la houle détruisent encore les poteries entre la surface et 20 mètres de profondeur. Entre 20 et 40 mètres, domaine des « bonnes épaves », faciles d'accès, ce sont les plongeurs qui détruisent le plus souvent le site, écrémant les couches supérieures, puis entamant un travail de creusement pour dégager les objets enfouis. Au-delà de 40 mètres, subsistent les gisements profonds que, seules d'excellentes équipes peuvent étudier. L'épave F du Dramont a pu être fouillée par 58 mètres de profondeur tandis que l'épave de la roche d'Aurelle a fait l'objet d'une campagne, en 1979, par 70 mètres de profondeur. Dans ces cas extrêmes, il faut savoir qu'un plongeur ne peut travailler que 10 à 15 minutes par jour, et ses paliers de décompression durent près d'une demi-

Aiguière du tout début du Moyen-Age, provenant de l'épave de Bataiguier.

Ces noisettes ont 2 000 ans ! elles proviennent d'un chargement d'amphores de Kos découvert non loin de Cannes.



Collection de lampes à huile du Bas-Empire romain découvertes à Marseille.

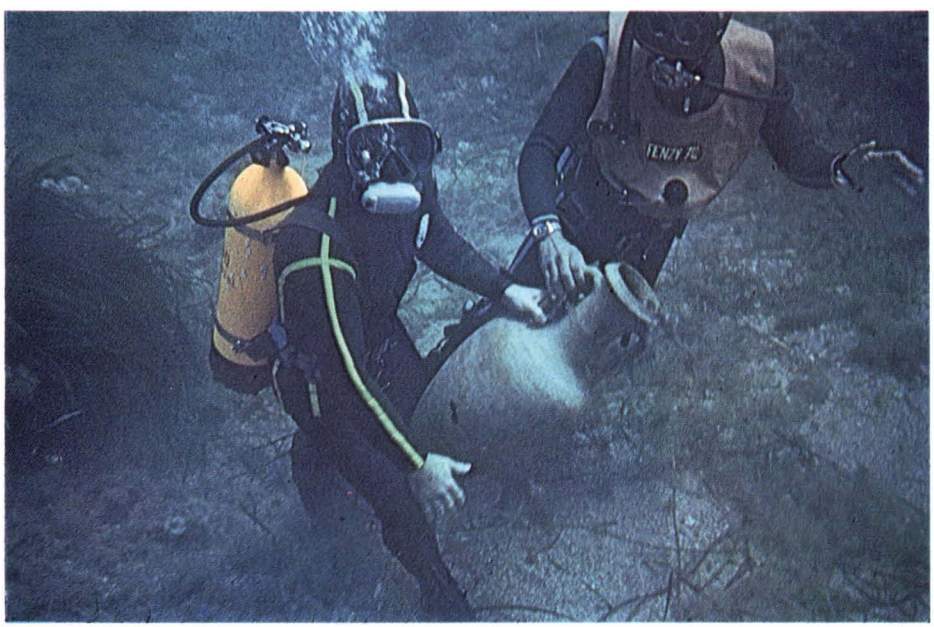
heure. L'archéologie sous-marine telle que nous la concevons est dangereuse et nécessite une longue préparation.

Les pionniers de l'archéologie sous-marine

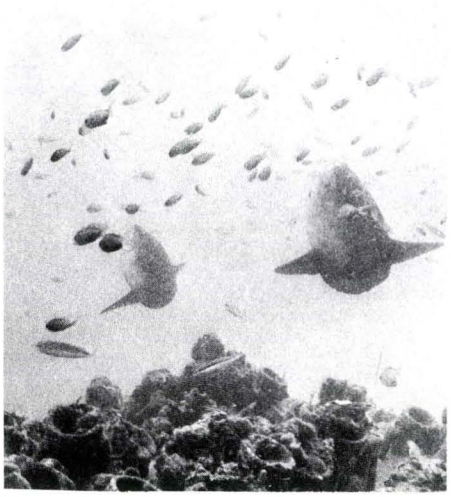
De tous temps, les hommes ont sorti de la mer des témoins de leur passé, et cela, dès l'Antiquité. Plus tard, les « antiquaires » de la Renaissance, et au-delà, achetèrent, quand ils le purent, statues ou œuvres d'art repêchées par leurs contemporains. Dans le lac de Nemi, non loin de Rome, deux navires, présumés de l'époque de Caligula, furent l'objet de prélèvements constants, plus ou moins fructueux, dès le XVIIe siècle, que ce fût avec des grappins ou des crocs, ou en cloche à plongée, ou au moyen de toutes sortes de procédés bizarres. Mussolini mit fin à ces tentatives en asséchant le lac, ce qui mit les navires à sec.

Parmi les grandes découvertes réalisées au temps des scaphandriers lourds, on peut citer celle de l'épave de statues de Cerigotto, îlot correspondant à l'antique Anticythère, découverte par des pêcheurs d'éponges et exploitée par le gouvernement grec. Récemment, un film télévisé de J.-Y. Cousteau eut pour cadre cette épave, ou du moins, ce qu'il en restait. Il faut citer le « Zeus de l'Artémison », magnifique statue confisquée *in extremis* à des antiquaires qui avaient monté une expédition avec des scaphandriers, pour la récupérer. Autre fouille entreprise, au début du XXe siècle, par des Français, celle de la « Galère de Mahdia », au large des côtes de Tunisie, à la suite de la découverte d'un vaste trafic d'objets d'art, Alfred Merlin, directeur des Antiquités de Tunisie, apprit que des scaphandriers, pêcheurs d'éponges, avaient trouvé

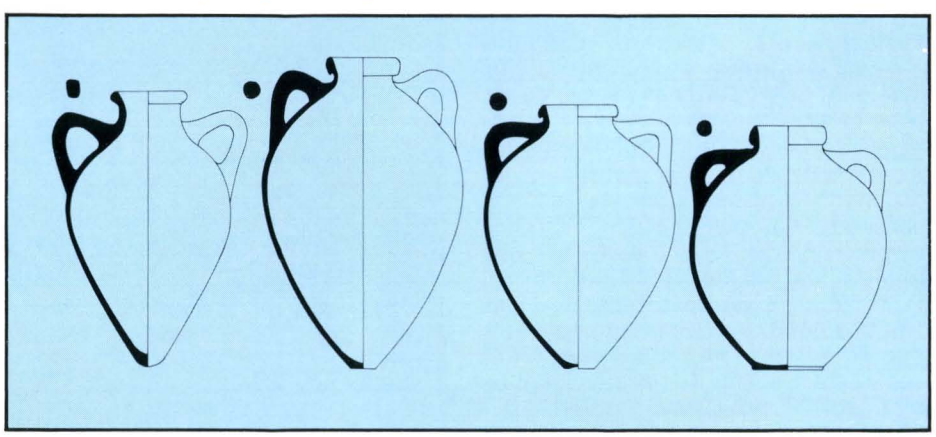
La descente.



Remontée d'une amphore gréco-italique.



Deux poissons-lune sur une épave romaine.



Série d'amphores étrusques, les plus anciennes découvertes en Provence.

une épave de marbres et de bronzes. De 1907 à 1913, quatre campagnes successives, par 43 mètres de fond, avec le concours de la Marine nationale, et de scaphandriers professionnels, permirent de récupérer suffisamment d'objets pour remplir plusieurs pièces du musée Alaoui. Le navire de Mahdia transportait au Ier siècle avant J.-C. le produit du pillage d'Athènes par les Romains et le chargement, antérieur au pillage, datait, en majeure partie, du IIIe siècle avant J.-C.

Puis, dès 1925, le Commandant le Prieur invente un scaphandre autonome, et la seconde guerre mondiale familiarise les hommes avec la plongée. A ce moment, J.-Y. Cousteau et E. Gagnan mettent au point un détendeur simple et fiable, et les premiers plongeurs civils se jettent à l'eau sur nos côtes, souvent dans un but alimentaire, puis découvrent les premières amphores. En 1947, Broussard découvre l'épave de la Chrétienne, dont seuls les pêcheurs soupçonnaient l'existence, qu'ils se gardaient bien de divulguer, les vieilles poteries représentant à leurs yeux, un habitat idéal pour les poissons, et aussi, parfois, l'occasion d'une vente à un touriste.

Il faudra de longues années aux plongeurs pour inventer, puis perfectionner les méthodes de recherche et de fouilles. Les premiers chantiers sont ouverts, avec l'assentiment bienveillant du directeur des Antiquités ; des techniques évoluent, des archéologues se forment au sein des « hommes-grenouilles ».

En 1948, Mahdia est retrouvée et étudiée de nouveau par le Commandant Tailliez. En 1952, une équipe disposant de gros moyens, au sein de laquelle collaborent des plongeurs, dirigés par J.-Y. Cousteau, et des historiens, embarqués sur la Calypso, passera plusieurs années sur le site du grand Congloué, du nom d'un îlot de l'archipel de Riou. Un livre « L'épave du Grand Congloué », de Fernand Benoît, servira de modèle du genre, plusieurs dizaines d'années plus tard. L'épave est très grande, et une collection de plusieurs types de céramiques campaniennes, associée à deux principaux types d'amphores différentes en fait l'originalité.

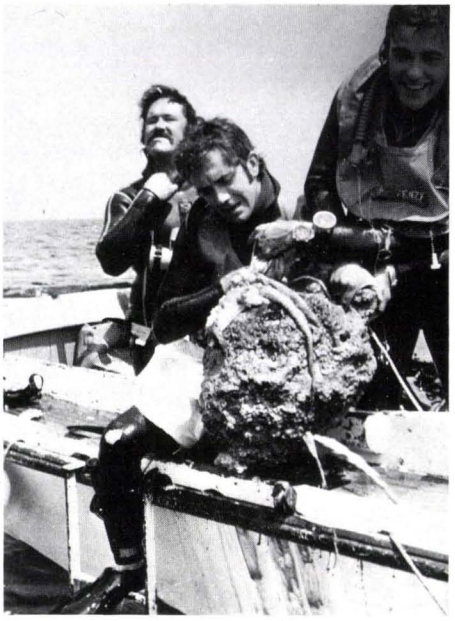
En 1957, le Commandant Tailliez, avec l'aide des plongeurs de la Marine nationale, effectue l'étude et la remontée d'une épave entière, bois compris, à la balise du Titan, aux îles d'Hyères. Puis les découvertes se multiplient, et les chantiers deviennent si nombreux qu'on ne peut les citer tous. A l'île de Planier, par exemple, en 1962, étaient déjà connues 7 épaves ; au Dramont, en 1977 était déclarée la 6e épave...

En septembre 1966 était créée la direction des Recherches archéologiques sous-marines (DRASM), qui déchargeait les directions des Circonscriptions terrestres de la responsabilité de l'archéologie sous-marine.

L'histoire d'une fouille sous-marine

L'étude d'une épave commence par sa recherche. Il faut évidemment la découvrir. Pour cela, toutes les méthodes sont bonnes. Le plongeur peut partir en exploration sans accessoires particuliers, chercher au hasard, ou bien dans une zone, ou selon une trajectoire prévue à l'avance. Il est prudent d'être relié à une bouée bien visible en surface, par une fine drisse de nylon. Pour gagner du temps, il est possible de se faire remorquer par un bateau. Une simple gueuse suspendue à un bout suffit à cet usage. L'inconvénient est que le plongeur ne peut lui-même diriger le bateau ni lâcher le bout, au risque de se perdre. Les « tracteurs » électriques, type loco-plongeur, sont très utiles car ils ménagent les forces et accélèrent la vitesse de l'explorateur sous-marin. Ce sont cependant des engins fragiles et chers, qu'il faut entretenir soigneusement. Au-delà, toutes sortes de sous-marins, « humides » (le plongeur est dans l'eau) ou « secs » (le plongeur est à l'abri) permettent de plus longues explorations à plus grandes profondeurs, mais leur prix et la maintenance qu'ils demandent les mettent hors de notre portée.

Dès la découverte, il convient d'effectuer un relevé de surface soigneux, topographique et photographique. Les procédés topographiques sont nombreux : mesures des distances au cordeau métré, en deux ou trois dimensions, mais de préférence quadrillage et relevé photographique carré par carré. Actuellement, les procédés stéréophotogrammétriques sont couramment employés, leur usage s'est simplifié, et ils aboutissent à une restitution du relief du gisement.



D'une amphore grecque d'origine marseillaise, fraîchement remontée, un poulpe tente de s'échapper. Jean-Pierre Joncheray et deux membres de la société d'Archéologie.

Ensuite, le titulaire d'une fouille pourra seulement remonter la couche archéologique supérieure, en marquant chaque objet avant déplacement, afin de pouvoir le situer plus tard sur un plan. Puis, la ou les couches inférieures seront dégagées, débarrassées de leur sédiment, et, de même, soumises à un relevé topographique et photographique et ainsi de suite jusqu'à ce que le bois de la coque soit atteint et étudié à son tour. Tout cela prend en réalité des années, la majeure partie du temps passé sous l'eau étant consacrée au dévasage et à la toilette de l'épave, pour quelques heures de photographies et de mesures.

Mais, à ce moment, le travail ne sera pas fini. Il faudra préparer chaque objet, le réparer éventuellement, le dessiner, le photographier, voire l'analyser... Il faudra ensuite rédiger un rapport minutieux sur le travail de l'année, les méthodes de fouilles, les résultats obtenus. Bref, d'autres heures de labeur qui, elles, n'auront pas l'avantage de se passer au soleil et dans la mer.

A la gloire des plongeurs

Ces quelques lignes ne peuvent fournir un panorama complet de l'archéologie sous-marine. Pour le profane, la revue *Océans* (122, chemin de Sormiou - 13009 Marseille) vient d'éditer un grand numéro spécial entièrement consacré à l'archéologie subaquatique.

Une *Classification des amphores,* et la publication *Cahiers d'archéologie subaquatique* (1637, avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny - 83600 Fréjus) pourront satisfaire les plongeurs plus au courant des choses de l'archéologie.

Car, cette science qui nécessite de grandes facultés sportives, a été créée et développée par des plongeurs qui y ont consacré leurs loisirs, leur santé parfois, leurs revenus toujours ; sans eux les réussites de ces trente dernières années, le développement culturel et également administratif de l'archéologie sous-marine n'auraient pas eu lieu. Cet article est un hommage à leurs réalisations. ■

Une tortue-luth aux Embiez

par Nardo Vicente et Patrice Murgia

Au mois d'août 1978, une tortue-luth ou « tortue cuir » s'échoue par 35 m de fond, à quelques encâblures de l'île du Rouveau, dans les filets d'un pêcheur du Brusc, M. André Lauro.

De belle taille (1,80 m) et d'un poids considérable (250 kg), l'animal transporté sur l'île des Embiez, est déterminé et mesuré. Sa nageoire gauche a été sectionnée à mi-longueur, sans doute par un requin (blessure en arc de cercle, caractéristique), ce qui l'a réduite de 30 cm environ par rapport à la droite.

Cette espèce fait partie des tortues les plus grandes rencontrées de par le monde, pouvant atteindre 400, 500 et même 600 kg pour 2 m de longueur. Elle est dépourvue de plaques d'écailles comme les autres tortues ; elle possède un squelette dermique formé d'une mosaïque de petites plaques osseuses non soudées au squelette interne.

La peau est coriace, semblable à du cuir. Cette carapace est pourvue de 7 crêtes longitudinales, sortes de côtes saillantes pour la dossière et de cinq autres sur le bouclier ventral. Ce « cuir » est renforcé de centaines de petits osselets. Les pattes antérieures forment de larges nageoires qui peuvent atteindre près de 3 m d'envergure pour un animal mesurant un peu moins de 2 m. Elles sont dépourvues de griffes.

On ne connaît qu'une espèce du genre, le « luth » vivant dans les mers chaudes (surtout dans l'Atlantique sub-tropical).

Elle est signalée par Claus (1878) comme rare en Méditerranée, plus fréquente dans l'océan Atlantique et l'océan Indien. Elle habite, de manière générale, toutes les mers intertropicales et remonte accidentellement jusque sur les côtes d'Europe et peut même passer en Méditerranée.

C'est de tous les reptiles, celui qui a la plus large distribution. Elle vient pondre sur les plages de la Guyane française. La ponte a lieu généralement la nuit, plus rarement le jour. La femelle creuse une sorte de puits où elle dépose plusieurs dizaines d'œufs. La ponte ne semble guère différer de celle des autres tortues marines. Elle compte quelque 80 œufs de 57 × 55 mm de taille et à coquille molle.

Les tortues sont nombreuses à venir pondre ensemble, on peut en compter ainsi plus de 50 sur une même plage. Toutes à leur ouvrage elles ne se soucient guère des curieux.

Après avoir pondu, elles regagnent la mer pour une dizaine de jours et reviennent pondre une seconde fois.

Sur les plages de Guyane, de nombreux dangers menacent les tortues-luths. Elles peuvent s'enliser dans la vase et c'est là le moins grave car la prochaine marée montante les délivrera.

Elles risquent aussi de s'empaler sur les pousses de palétuviers qui recouvrent les grèves. Mais le danger le plus sérieux vient des chiens errants qui déterrent les œufs pour les dévorer, menaçant ainsi la propagation de l'espèce, déjà suffisamment en péril à cause des oiseaux marins et de nombreux poissons qui tuent les jeunes.

Une chair peu appréciée

Après deux mois d'incubation, les jeunes éclosent et se ruent vers la mer, c'est alors qu'ils sont la proie de ces prédateurs. Ils ne mesurent à ce moment que 4 à 5 cm ; la différence de taille entre le jeune et l'adulte est rarement aussi importante dans le règne animal. Si l'on connaît bien la tortue-luth adulte et le nouveau-né, par contre les stades intermédiaires demeurent inconnus.

Les tortues-luths ne sont pas très nombreuses mais elles ne sont guère

La tête vue de profil.
On distingue nettement les fortes mâchoires en forme de bec, ainsi que la langue.

chassées, leur chair étant peu appréciée. De plus, la capture d'un animal de cette taille pose de sérieux problèmes aux pêcheurs.

La population actuelle est évaluée à quelque 15 000 individus qui se reproduisent essentiellement en Guyane française et au Surinam. Un autre lieu important de nidification est situé en Malaisie.

De ces deux secteurs, les tortues-luths sillonnent la plupart des mers du globe : elles peuvent pénétrer parfois en Méditerranée.

En France, elles apparaissent notamment entre les mois de juin et de septembre sur le littoral de Vendée, de Charente-Maritime et de Gironde. C'est ainsi qu'elles ont pu être photographiées en mer en 1978 par le Docteur Raymond Duguy, directeur du Muséum d'histoire naturelle de La Rochelle. Il a réussi, par ailleurs, à marquer l'une de ces tortues afin d'en étudier les déplacements.

Pour le Docteur Duguy, ces tortues sont attirées sur le littoral charentais par l'ensoleillement et par les méduses dont elles sont friandes.

On sait cependant peu de choses des mœurs de la tortue-luth. Ses adaptations morphologiques à la vie marine lui permettent d'atteindre une grande vitesse. C'est une espèce assez agressive qui se nourrit principalement de poissons, mais qui peut s'accommoder d'autres organismes pélagiques (méduses, céphalopodes) ou bien fixés sur des épaves (ascidies) comme c'est le cas pour notre exemplaire dont le tube digestif était plein de plusieurs centaines de *Ciona intestinalis* prélevées sans doute sous des objets flottants, et c'est certainement tenaillé par la faim que l'animal est venu s'échouer dans les filets du pêcheur du Brusc.

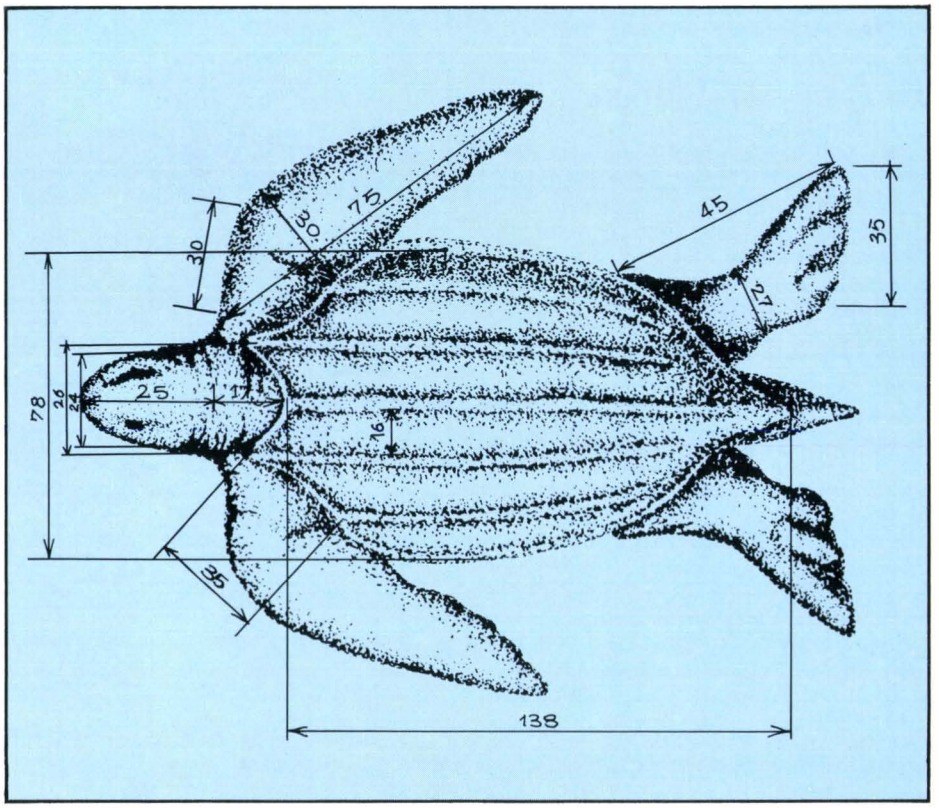
Elle peut aussi consommer des échinodermes, des algues et des « galiottes portugaises » (genre *Physalia*) dont le venin urticant est dangereux pour l'homme.

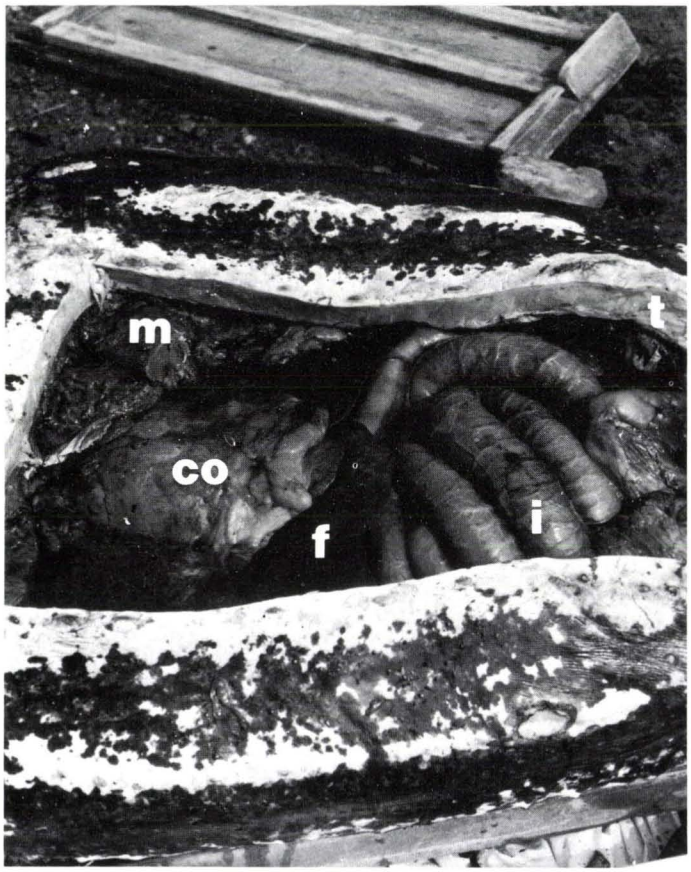
Dans la classification du règne animal la tortue-luth fait partie de l'embranchement des Reptiles :
— ordre des chéloniens
— groupe des athèques :
— famille des dermochélydés
Une seule espèce : *Dermochelys coriacea* (LINNÉ, 1766) = *Sphargis coriacea* GRAY

Les autres tortues à carapace dure font partie des thécophores. Ce sont des tortues marines, d'eau douce ou terrestres :
— tortue caret (*Chelone*) marine
— *Emys* d'eau douce
— *Testudo* terrestre

La tortue-luth descend des amphichélydiens, apparus au trias, les formes

Attroupement autour de la tortue et mensurations.





Ouverture ventrale montrant en place le cœur (Co), une partie de la musculature (m), le foie (f) et l'intestin (I). Remarquer l'épaisseur du tégument (t).

La gueule ouverte montre les nombreuses dents palatines et latérales, effilées et souples.

fossiles se rencontrent au jurassique. De fait son aspect rappelle tout à fait les grands reptiles de l'ère secondaire.

De la Guyane à l'Italie et... aux Embiez

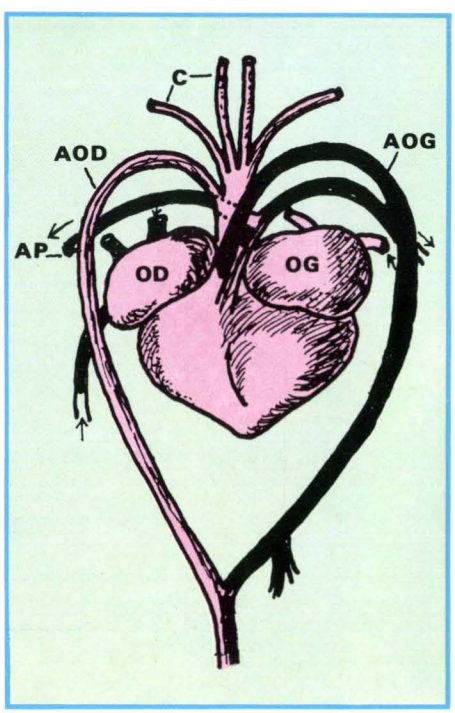
Au cours du printemps de cette même année 1978, un autre exemplaire de tortue-luth a été capturé au large de Rome par les responsables du muséum de cette ville qui, n'ayant pu la garder, l'ont relâchée en mer. Nous pensons que l'animal échoué au Brusc au mois d'août est peut-être le même. Après mensuration et photographie, il a été disséqué. Il s'agit d'un individu mâle.

La bouche pourvue de deux fortes mâchoires en forme de bec renferme de nombreuses dents cornées souples fixées au palais et au maxillaire inférieur. Ces mêmes dents se retrouvent dans le pharynx et l'œsophage sur une longueur de un mètre ; on en compte plusieurs centaines en tout.

Le cœur énorme (plus de 2 kilos) a été prélevé après ligature de l'aorte.

La musculature est très développée, 100 kilos de chair rouge ont été extraits.

La conservation de ces animaux est difficile et le traitement doit être opéré assez vite. C'est pour cela que l'exemplaire du Brusc n'a pas pu être naturalisé. Cependant, les observations effectuées sont particulièrement intéressantes et l'analyse chimique des organes prélevés apportera des données originales quant aux effets de la pollution sur ces grands navigateurs que sont les tortues marines. Ces données sont d'autant plus importantes qu'elles portent sur une espèce peu commune sur nos rivages méditerranéens. ■



Cœur et gros vaisseaux de la tortue
OD : Oreillette droite.
OG : Oreillette gauche.
AOD : Aorte droite. AOG : Aorte gauche.
AP : Artères pulmonaires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABELOOS M., 1954. Cours de biologie animale, éd. E. Belin, Paris : 906.

ARON M., GRASSE P., 1935. Précis de biologie animale, éd. Masson, Paris : 1016.

CLAUS C., 1878. Traité de zoologie, éd. F. Savy, Paris : 1163.

GRZIMEK B., 1974. Le monde animal, éd. Stauffacher A.S., Zurich. VI : 115.

Reptiles amphibiens. T. IX. Beauté du monde animal. Coll. Les Animaux, découvrir, Larousse, 1973, Paris : 145.

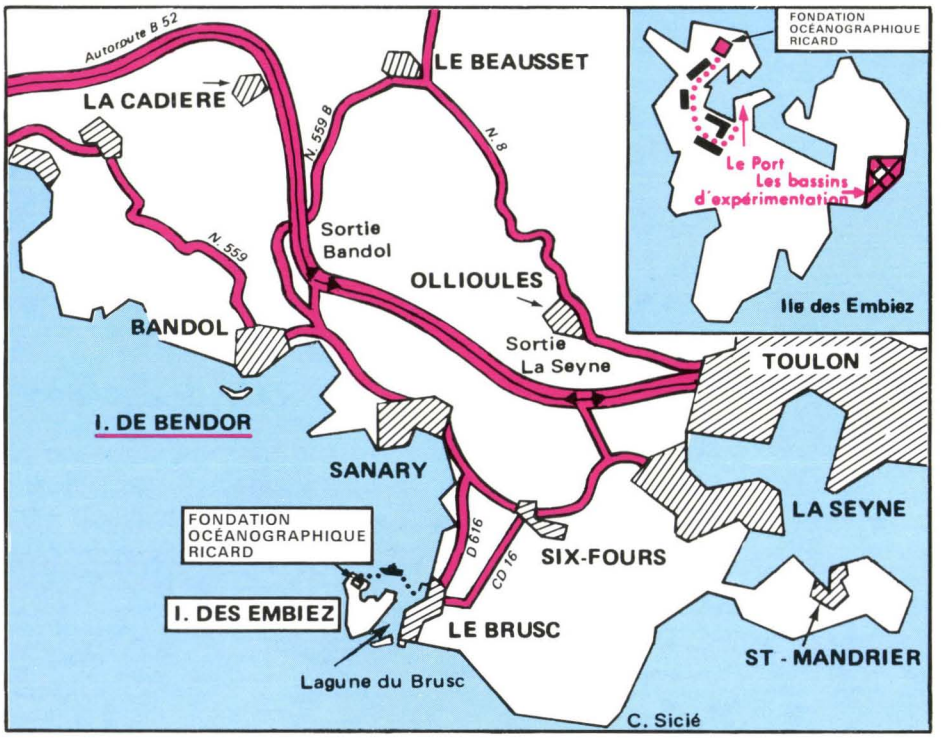
MILNE, 1834. Eléments de zoologie, éd. Crochard, Paris : 1066.

La tortue-luth en Guyane. *In :* Océans, Septembre 67 : 65.

Les tortues-luth nous rendent visite. *In :* Océans, Octobre 68 : 69.

FONDATION OCEANOGRAPHIQUE RICARD

Renseignements pratiques



ALLER A L'ILE DES EMBIEZ

A partir du Brusc (Six-Fours-les-Plages), des bateaux assurent la traversée, toutes les heures en hiver, plus fréquemment en période estivale. Les horaires sont affichés à l'embarcadère. Pour toutes précisions, téléphoner au (94) 25.02.42. (Voir plan ci-contre.)

VISITER LES AQUARIUMS, LE MUSÉE

Heures d'ouverture : 9 h - 12 h, 14 h - 17 h 30 l'hiver, 18 h l'été.

Pour les groupes, les visites se font sur rendez-vous.

ÉCOUTER CONFÉRENCES, CAUSERIES

Conférences avec projection de films : « Naufragé volontaire », « La pollution », par Alain Bombard.

Causeries avec projection de diapositives ou de films.

Conférences et causeries sont destinées aux groupes, notamment aux classes scolaires. Nécessité de prendre rendez-vous.

ADHÉRER A LA FONDATION

La cotisation annuelle, pour 1980, s'élève, selon la catégorie de membre, à :

- correspondant : 10F
- donateur : 500F
- actif : 100F
- bienfaiteur : 900F

Les adhérents actifs, donateurs et bienfaiteurs sont membres de droit de l'assemblée générale.

L'adhésion donne droit à l'entrée permanente gratuite, à la visite des aquariums et du musée, ainsi qu'au service de la « Revue » et des « Notes d'information » de la Fondation.

OÙ S'ADRESSER ?

Siège social de la Fondation :

Ile des Embiez, Le Brusc, 83140 SIX-FOURS-LES-PLAGES - Tél. (94) 25.02.49.

Les adhésions sont reçues à l'Ile des Embiez. Les chèques, bancaire ou postal, ou mandat, sont à établir au nom de la Fondation océanographique Ricard (C.C.P. : 4981-99 Marseille).

Pour les conférences et causeries, ainsi que pour les visites de groupe, il faut écrire ou téléphoner à l'adresse ci-dessus.

Publications

1. PÉRIODIQUES

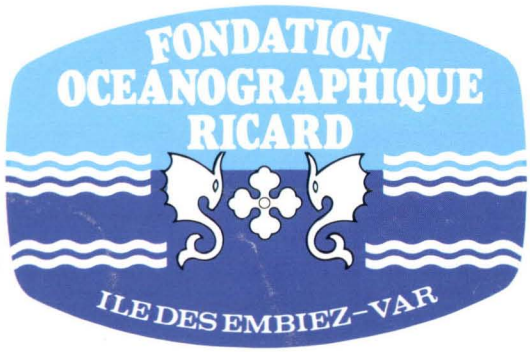
- **« Vie marine - Annales de la Fondation océanographique Ricard ».** Revue scientifique (Pollution - Aquaculture - Biologie marine - Ecologie marine). Le numéro annuel est complété par des numéros hors-série (thèses, etc.).
- **« Revue de la Fondation océanographique Ricard »** - Annuelle. Articles consacrés à la mer en général et notamment à la pollution, l'aquaculture, les espèces marines. Service automatique aux adhérents. (Les trois premiers numéros portaient le titre de « Bulletin ».)
- **« Notes d'information ».** Trois numéros par an. Compte rendu de la vie de l'association. Service automatique aux adhérents.

2. ÉTUDES - THÈSES - MÉMOIRES

- **Intérêt écologique de la lagune du Brusc,** par Nardo Vicente - Supplément N° 1 au Bulletin N° 1, 1974.
- **Culture expérimentale de mollusques bivalves.** Essais sur *Cardium glaucum,* Bruguière, 1789, par Claude Lucain et Yvan Martin - Supplément N° 2 au Bulletin N° 1, 1974.
- **Effets d'une pollution alimentaire par un organochloré chez la rascasse,** *Scorpaena porcus,* Linné, 1758, par Pierre Escoubet - Supplément N° 3 au Bulletin N° 1, 1974.
- **Contribution à l'étude des cétacés des côtes européennes,** par Jean-Louis Cyrus - Supplément N° 1 au Bulletin N° 2, 1975.
- **Concept du système lysosomal chez les animaux et les végétaux,** par Philippe Coulomb et Nardo Vicente - Supplément N° 2 au Bulletin N° 2, 1975.
- **Les principaux émissaires en Méditerranée,** par Alain Bombard et Nardo Vicente - Supplément N° 3 au Bulletin N° 2 (préface de Paul Ricard), 1975.
- **Pour la sauvegarde de la lagune du Brusc,** par Nardo Vicente - Supplément N° 4 au Bulletin N° 2, 1975.
- **Etude des phénomènes neuroendocrines chez** *Spirorbis militaris,* **Claparède, 1870** (Polychète *Serpulidae*) par Annie Gouédard-Couadou - Supplément N° 5 au Bulletin N° 2, 1975.
- **La lagune du Brusc et l'aquaculture,** par Nardo Vicente - Supplément N° 6 au Bulletin N° 2, 1975.
- **Golfe de Fos, impact de la pollution,** par P. Benon, F. Blanc, B. Bourgade, L. Charpy, R. Kantin, P. Kerambrun, M. Leveau, J.-C. Romano et D. Sautriot - Supplément N° 1 au Bulletin N° 3, 1976.
- **Rejets en mer,** par Nardo Vicente - **Epuration des eaux,** par Henri Dou - Supplément N° 2 au Bulletin N° 3, 1976.
- **Croissance de mollusques bivalves.** Etude comparée en milieu lagunaire et en bassin aménagé, par Alain Riva - Supplément N° 3 au Bulletin N° 3, 1976.
- **Etude écologique et taxonomique de bactéries hétérotrophes aérobies,** par Pierre Tauveron - Supplément N° 4 au Bulletin N° 3, 1976.
- **Etude comparée des populations microplanctoniques en bassins fermés et dans la lagune du Brusc** (Var), par Patrick Lelong - Supplément N° 5 au Bulletin N° 3, 1977.
- **Il faut protéger la lagune du Brusc,** par Nardo Vicente - Supplément N° 6 au Bulletin N° 3, 1977.
- **Rôle des bactéries dans l'alimentation de larves de mollusques bivalves marins en élevages expérimentaux,** par Blandine Mengus - Supplément N° 7 au Bulletin N° 3, 1978.
- **Essai de planification écologique en milieu marin,** par Henry Augier et Nardo Vicente - Supplément N° 8 au Bulletin N° 3, 1979.
- **Essai de grossissement de deux scorpaenidés de Méditerranée,** *Scorpaena porcus,* Linné 1758 et *Scorpaena ustulata,* Lowe 1840, par Jean-Philippe Castiglia et Olivier Mouroux - Supplément N° 9 au Bulletin N° 3, 1979.

Toutes ces publications peuvent être consultées à la bibliothèque de la Fondation océanographique Ricard, à l'Ile des Embiez. Certaines d'entre elles sont encore disponibles. Pour tout renseignement, écrire ou téléphoner à : Fondation océanographique Ricard, 81, boulevard Anatole-de-la-Forge - 13014 Marseille. Tél. : (91) 98.91.45 - 98.12.74.

Imprimerie Mercure Graphic - Paris 12e. Dépôt légal 1er trimestre 1980


FONDATION
OCEANOGRAPHIQUE
RICARD
ILE DES EMBIEZ-VAR