ISSN 0243 - 6663

OCÉANORAMA

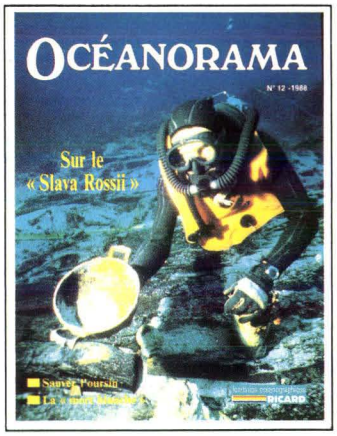
N° 12 -1988

Sur le « Slava Rossii »

■ Sauver l'oursin

■ La « mort blanche »

fondation océanographique RICARD



Plongée sur le *"Slava Rossii"* : des vestiges souvent émouvants de la vie courante sous la Russie Impériale *(ph. G.R.A.N.).*

● La Fondation océanographique Ricard est une association sans but lucratif.

Sa revue semestrielle "Océanorama" s'adresse aux lecteurs curieux d'océanographie biologique et physique, d'archéologie, d'histoire.
Elle publie également des informations sur les activités de la Fondation.

● The "Fondation océanographique Ricard" is a non-profit making association.

Its half-yearly revue "Océanorama" appeals to readers who are interested in biological and physical oceanography, archaelogy and history.
It publishes as well information on the "Fondation" activities.

"RICARD(リカール)海洋学協会"は
利目的の組織ではありません。

半年毎に発行される機関誌"Océanorama"
セアノラマ)は海洋に関する生物、物理、
古学又歴史等の話題を取り扱う一方、
会の活動状況の報告も行っています。

● Die "Fondation océanographique Ricard" ist eine Vereinigung ohne Gewinnalesicht.

Ihre halbjährig Zeitschrift "Océanorama", wendet sich an die neugierigen Leser, weil es ozeanische Biologie oder Physik, und Altertumskunde und Geschichtswissenschaft gibt. Sie publiziert auch Auskumft bezüglich die Activitäten der Errichtung.

إنّ هذه المؤسّسة هي جمعيّـــة
ذات غاية تجاريّة تصدر مجلّـــة
مرّتين في السّنة تسمّـــى
" OCEANORAMA "
تهمّ القرّاء المعنيين بعلـــوم
البحار البيولوجيّة والطّبيعيّـة
وكذلك بعلم الآثار والتّاريخ.
تنشر المجلّة أيضا معلومـــات
عن نشاطات وإنجازات المؤسّسة.

● La "Fondation océanographique Ricard" es una asociación sin finalidad lucrativa.

Su revista semestral "Océanorama" se dirige a los lectores curiosos de oceanografia biologica y fisica, de arqueologia, de historia.

Publica tambien informaciónes sobre las actividades de la Fundación.

OCÉANORAMA

fondation océanographique
RICARD

● **ADMINISTRATION, PUBLICATIONS :** 81, BD ANATOLE-DE-LA-FORGE - 13014 MARSEILLE - TÉL. : 91.98.12.74
● **AQUARIUMS, STATION MARINE :** ILE DES EMBIEZ - LE BRUSC - 83140 SIX-FOURS-LES-PLAGES - TÉL. : 94.34.02.49

ÉDITORIAL

● Ambassadeurs de la science, *par Jean-Pierre Peyret, président* 1

TRIBUNE

● Un Institut de la Méditerranée, *par Jean-Louis Smoos* 3

CONNAISSANCE

● Le Plancton malade de la pollution, *par Gérard Seguin* 5
● Le Krill, un bouquet de crevettes pour les baleines, *par Nardo Vicente* 8
● "La mort blanche", *par Patrice Héraud* 11
● Fiches biologiques : Posidonie et Spondyle, *par Alain Riva, Stephen Baghdiguian, Pierre Escoubet* 15

RESSOURCES

● Quelques réflexions sur l'aquaculture, *par Jean Dorst* 17
● Récifs artificiels : le Japon donne le ton, *par Hubert-Jean Ceccaldi* 20

PROTECTION

● La Grande Barrière de corail sous haute surveillance, *par Marie-Christine Huau* 27
● Menaces sur les populations d'oursin, *par Henry Augier* 32
● L'oursin, une période de sa vie en pleine mer, *par Lucienne Fenaux* 39

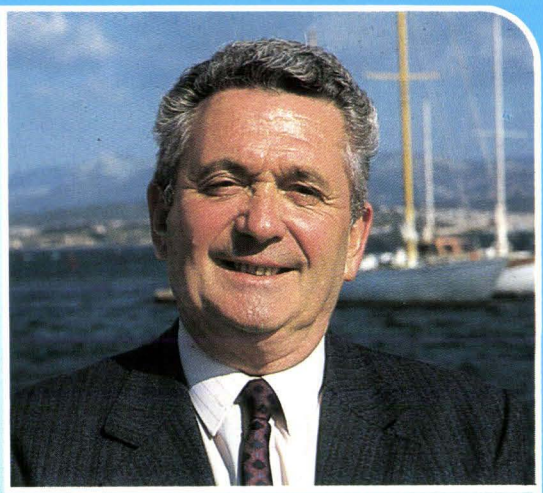
HISTOIRE

● "Les madragues du Brusc", *par Albert Degiovani* 42
● Naufrage du "Slava Rossii", *par Christian Frasson, Jean Dupuy* 47

OCÉANORAMAGAZINE

● **DIRECTION DE LA PUBLICATION :** Jean-Pierre Peyret
● **REDACTION EN CHEF ET MISE EN PAGE :** Christian Frasson. **AUTEURS DES ILLUSTRATIONS :** A.I.M.S. (pp. 30, 31) : Association monégasque pour la protection de la nature (J.-N. Norbert, R. Pronzato) (p. 23) : Atelier sud Vidéo (p. 6) : C. Carré, station zoologique de Villefranche-sur-Mer (pp. 5, 7, 8) : C.D.R. (Toulon) : H.-J. Ceccaldi (pp. 20, 21, 22, 25) : C. Chrestian (p. 44) : Albert Degiovani (p. 45) : ECOMAIR (p. 33) : Pierre Escoubet (p. 15) : H. Farrugio (p. 46) : Lucienne Fenaux (pp. 39 à 41) : C. Frasson (pp. 33, 36) : Anh Gloux, conservateur du Musée de la pêche de Concarneau (reproduction scène de chasse à la baleine) : H. Augier (pp. 35, 36, 37) : Ph. Goude (p. 32) : Groupe de recherche en archéologie navale (G.R.A.N.) - Max Guérout (pp. 1, 47 à 51) : Marie-Christine Huau (pp. 27, 28, 29, 31) : IFREMER (O. Barbaroux, Koïke, Marina - C.E.D.R.I.) (pp. 17 à 19) : Institut de zoologie de l'université de Gênes (p. 23) : P. Lutuaire (p. 45) : Marchois (p. 37) : Lucien Marocchino (pp. 9, 28) : Musée de la Marine (Paris) : Nippon Steel Corporation (p. 26) : société Pernod Ricard (pp. 1, 34, 46) : Michel Pignères (pp. 11, 12, 14) : M. Porcher, Fest. mond. image sous-marine - Antibes (p. 13) : Alain Riva (pp. 15, 52) : B. Rothan (p. 32) : Jean-Louis Smoos (pp. 3 et 4) : Denise Viale - C.N.R.S. - Université de Corte (p. 10) : W.W.F. (Ken Balcomb) (pp. 8 et 9) ● **COMPOSITION ET MONTAGE :** André Achard (Marseille) ● **PHOTOGRAVURE :** S.P.P. (Marseille) ● **IMPRESSION :** Imprimerie Ricard (Marseille) ● **DÉPÔT LÉGAL :** décembre 1988.

Ambassadeurs de la science



UNE soixantaine de scientifiques, venus d'une dizaine de pays d'Europe, d'Afrique et des Etats-Unis, ont rallié en septembre dernier l'île des Embiez. Non pour y faire du tourisme, mais pour se pencher sur la vie des Echinodermes : une famille, vieille comme le monde, qui compte des animaux aussi différents, du moins en apparence, que l'oursin, l'étoile de mer ou l'holothurie.

par Jean-Pierre Peyret, président

Sixième du nom, ce séminaire couronnait la campagne de protection de l'oursin lancée, voilà un an, par la Fondation océanographique Ricard et le Centre d'étude des ressources animales marines (Marseille). Ce n'est pas la première fois que des scientifiques de renom choisissent notre Fondation pour y tenir des colloques internationaux. Des spécialistes des cétacés et des coquillages, des aquariologistes, des microbiologistes l'ont déjà fait dans le passé.

"La science est le tronc d'un baobab qu'une seule personne ne peut embrasser", a-t-on écrit (*). Il est vrai que confronter ses connaissances, partager son savoir, constituent des fondements de l'approche scientifique. Je pense aussi, avec d'autres, que les "bonnes" connaissances sont celles qui sont reconnues par des pairs.

Le chercheur barbu, engoncé dans sa longue blouse et cloîtré dans son laboratoire-tour d'ivoire, n'est plus qu'une image de livres d'histoire. Le chercheur nouveau, en jean et basket, pianote sur son ordinateur. C'est avant tout un homme de communication, un ambassadeur de la science qui court le monde de colloques en colloques. C'est le cas, dans leur domaine et à leur échelle, de nos scientifiques.

Par exemple, en 1987, notre responsable scientifique, le Pr Vicente, a pris part au 22e symposium européen de biologie marine

(*) R. Trautmann, *"Littérature populaire à la Côte-des-Esclaves"* (1927).

organisé en Espagne, à Barcelone. Il a également participé au Festival international de la mer de l'île Maurice où il a abordé les problèmes de protection et de valorisation des récifs coralliens. A Pise, en Italie, c'est un colloque sur l'impact des aménagements sur le littoral méditerranéen qui était au cœur des débats.

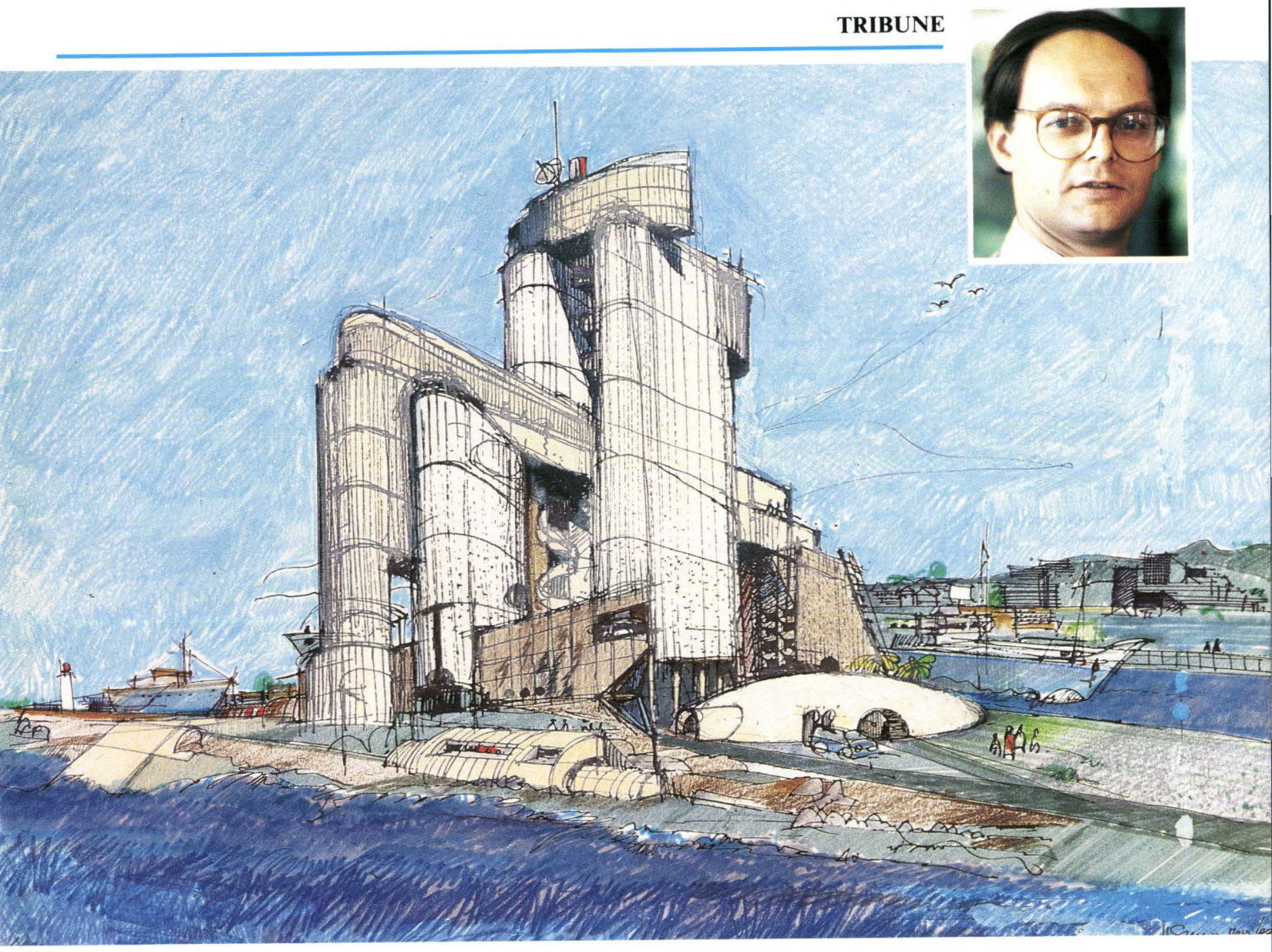
Quant à Yvan Martin, chef du département *"Recherches"*, il vient de participer au IIe colloque franco-japonais d'océanographie. Au cours de ce rassemblement des spécialistes mondiaux en aquaculture marine, il a présenté un système original de traitement et de valorisation de l'eau rejetée des bassins d'élevage de poissons, mis au point à la station expérimentale d'aquaculture des Embiez.

En retour, nos scientifiques accueillent des confrères de renom. En 1987 toujours, un spécialiste mondial des oursins d'une université américaine de Floride, des scientifiques polonais, écossais, anglais, belges... sont venus poursuivre leurs travaux dans les laboratoires de la Fondation.

Autre facette de ce brassage de connaissances au sein de la communauté scientifique internationale : les publications. Elles développent, favorisent les échanges entre les laboratoires, les universités. Ainsi, *"Vie marine"*, revue scientifique de la Fondation, qui dispose d'un comité de lecture international, accueille des communications d'auteurs français et étrangers, est demandée par des organismes tels que le British Museum de Londres (Angleterre), l'Académie des sciences de Moscou, les universités de Washington (U.S.A.), de Hanovre (Allemagne), l'*"Instituto nacional de investigacao das pescas"* (Portugal)...

Certes, il faudra une ou deux générations de plus pour que se développe pleinement une communauté intercontinentale des sciences et techniques. La Fondation océanographique Ricard participe déjà avec passion à ce mouvement. ■

Jean-Pierre Peyret



L'Institut de la Méditerranée

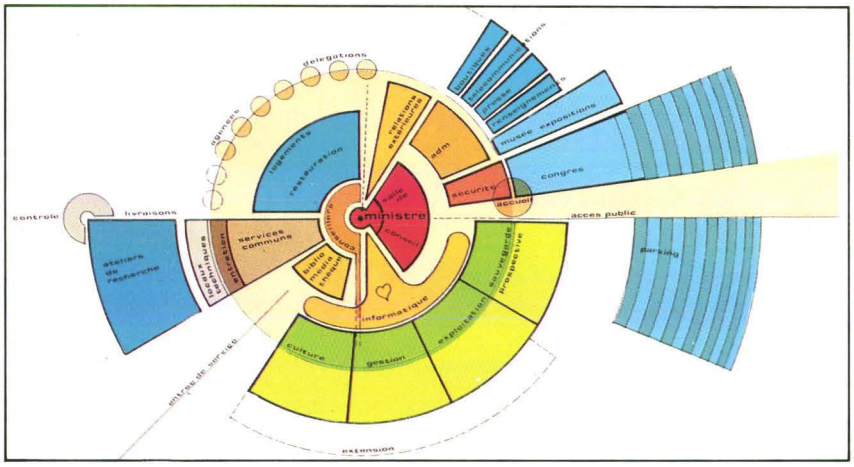
par Jean-Louis Smoos

Cette nouvelle association, sous l'impulsion de son concepteur, Jean-Louis Smoos, se veut être à la base d'un formidable essor pour toute la Méditerranée. Le but essentiel de l'Institut de la Méditerranée (IDM) est de faire converger en un site et un siège les actions et les efforts actuellement disparates, et créer par sa structure organisatrice la coordination de ces différents organismes.

ILLUSTRATION CI-DESSUS. *« L'image de l'Institut de la Méditerranée devra être le reflet de sa force et de sa puissance et des symboles qui le caractérisent : le soleil et la mer. L'étrave qu'il élancera sur la mer correspondra à son dynamisme et à sa prospective. »* (concept et photo Jean-Louis Smoos).

Le projet I.D.M.

- *un concept*
- *une instance internationale*
- *une implantation territoriale*
- *un siège administratif*
- *une équipe pluridisciplinaire*
- *un immeuble de 30.000 m²*
- *foncier : IHA*
- *350 emplois nouveaux*
- *17 agences internationales*
- *une volonté pour 1992*



« Le fonctionnement de l'Institut est calqué sur celui des grandes instances internationales. » **(concept et ph. Jean-Louis Smoos).**

Association loi 1901
68, boulevard Notre-Dame - 13006 Marseille
Téléphone : 91.54.77.87

La gestion des prochaines décennies dépassera le cadre des pays pour s'étendre, dans un concept élargi, aux régions mondiales économiquement exploitables pour toutes les nécessités de l'homme.

La Méditerranée, berceau d'une grande part de notre culture, est l'une de ces régions ; le rapprochement des modes de vie et de pensée constitue le prolongement normal d'une culture millénaire. Notre projet concerne donc ce vaste secteur géographique.

Il répond à un besoin effectif : celui d'un rétablissement de l'équilibre entre les pays du Nord et ceux du Sud. Cet équilibre ne saurait être atteint sans une synergie réelle de l'ensemble des pays riverains de la Méditerranée.

L'IDM tend à un développement économique et culturel, écologique et sociologique sur toutes les rives de la Méditerranée ; ses moyens doivent rassembler tous les domaines et permettre une stratégie d'ensemble.

Ce projet s'inscrit également dans une dynamique enclenchée par le Conseil de l'Europe, illustrée par les Programmes intégrés méditerranéens (PIM).

L'IDM renforce l'image de marque des pays du pourtour méditerranéen et participe à leur rayonnement en améliorant le quotidien de tous ceux qui, de près ou de loin, vivent avec, par, de la mer Méditerranée.

L'I.D.M. sera représenté sur le terrain dans chaque pays et ses antennes y joueront le double rôle d'information et de recherche.

Les prérogatives de l'Institut de la Méditerranée seront comparables à celles d'une grande chambre de commerce de la Méditerranée. Il pourra être également le siège de l'Assemblée permanente des chambres de commerce et d'industrie de la Méditerranée (ASCAME).

Elles seront avant tout économiques et, par là-même, génératrices d'emplois et d'échanges commerciaux. Elles seront également écologiques, culturelles, sociales et... prospectives.

Les efforts actuels des organismes et institutions dispersées géographiquement, d'une part, et agissant sans structure commune, d'autre part, seront catalysés et organisés par une politique générale et un consensus de tout le Bassin méditerranéen.

En ce qui concerne le fonctionnement de l'I.D.M., deux niveaux sont à distinguer :

—le Conseil qui détient un pouvoir décisionnel et compte cent soixante-dix membres, soit dix par pays,

—les commissions techniques.

A la tête du Conseil : un président coopté, au mandat de deux ans, non renouvelable, entouré d'un staff ou Conseil restreint.

L'I.D.M., instance internationale, s'appuie sur un organigramme dont le conseil dirige six secteurs de base : la culture, la recherche, la gestion, l'exploitation, la sauvegarde et la prospective (soutenu par le service de l'informatique).

Ces secteurs pour leurs publications, conférences et colloques sont complétés par le service de congrès se prolongeant par un musée.

L'image de l'Institut de la Méditerranée devra être le reflet de sa force et de sa puissance et des symboles qui le caractérisent, à savoir le soleil et la mer.

L'institut de la Méditerranée semble devoir être implanté à cheval sur terre et mer puisqu'il est né de la synergie des deux éléments. ■

Coût détaillé du projet

Valeur mars 1988 exprimé en francs hors taxes

• foncier : baux emphytéotique	(pour mémoire)
• étude de faisabilité	1.200.000 F
• avant-projet architectural	1.200.000 F
• coût de la construction	180.000.000 F
• coût de l'équipement mobilier et informatique à 1.800 F le m²	54.000.000 F
• coût des équipements spéciaux	6.000.000 F
• honoraires : architecte + BET 11 %	19.800.000 F
• contrôle 0,9 %	1.620.000 F
Montant total investissement	263.820.000 F
MONTANT TOUTES TAXES (BASE 18,6) COMPRISES	**312.890.520 F**

Le plancton malade de la pollution

par Gérard Seguin
maître de conférences à l'Université de Nice

ILLUSTRATION CI-DESSUS - Un *Oncaca*, espèce commune de Copépode pélagique marin dans son milieu, avec du phytoplancton. Petits crustacés inférieurs de l'embranchement des arthropodes, les copépodes peuvent être planctoniques, benthiques et parasites. Les espèces marines constituent de 60 à 90 % du zooplancton total dont elles forment l'une des parties essentielles *(Ph. C. Carré, station zoologique de Villefranche-sur-Mer).*

Le terme de plancton vient du grec *Planktos* et désigne l'ensemble des organismes vivants entraînés par les déplacements d'eau marine ou d'eau douce. Le plancton est constitué par le plancton végétal ou phytoplancton, qui transforme l'énergie solaire en matière vivante, et par le plancton animal ou zooplancton, qui alimente les poissons et les baleines.

Le zooplancton comprend la plupart des groupes zoologiques (crustacés, vers, méduses, larves diverses, œufs de poissons, etc.), dont la grande majorité est de taille microscopique. Parmi les espèces du zooplancton, il faut citer en particulier les Copépodes, qui sont des sortes de petites crevettes dont les plus grandes atteignent un millimètre de long et qui constituent, suivant les zones marines, de 50 à 90 % du zooplancton total et servent de nourriture aux poissons dits planctonophages, c'est-à-dire mangeurs de plancton, comme les harengs ou les sardines.

Alors que le phytoplancton est essentiellement localisé dans la couche superficielle, appelée zone euphotique (environ cinquante mètres), car il a besoin de l'énergie solaire pour fabriquer sa propre substance, le zooplancton, au contraire, se rencontre depuis la surface jusqu'aux plus grandes profondeurs. Le zooplancton peut être parfois très abondant surtout dans les mers froides (océan Arctique, mer du Nord) ou dans les zones où il y a des remontées d'eaux profondes (côtes du Pérou).

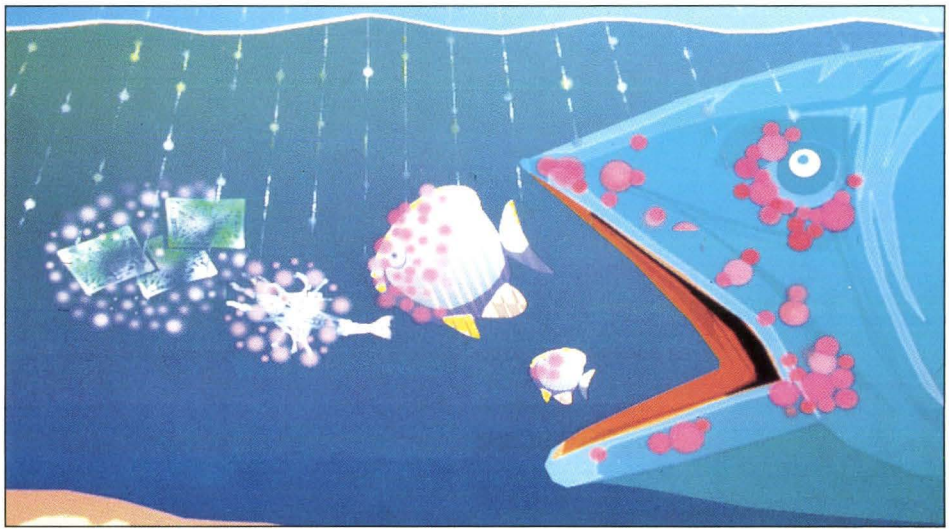
"Le plancton est-il, sera-t-il un jour consommable ?"

Une grande question se pose dans le public : *le plancton est-il ou sera-t-il un jour consommable par l'humanité ?* A cette question nous pouvons répondre non.

Le plancton n'est pas, en effet, quelque chose d'homogène ; il est très hétérogène, car constitué par des milliers d'espèces différentes ; or certaines de ces espèces ne sont pas consommables par l'homme (méduses, par exemple), ou sont même toxiques (certains dinoflagellés — organismes du phytoplancton — de l'océan Pacifique qui entraînent des mortalités de poissons). Il est donc bien évident que, pour manger le plancton, il faudrait auparavant le trier et séparer les espèces comestibles comme les copépodes de celles qui ne le sont pas, ce qui est matériellement irréalisable, car le plancton pêché est absolument mélangé.

Donc, le rôle essentiel du plancton est de servir de nourriture aux poissons et d'intervenir dans ce que l'on appelle les chaînes alimentaires. Par exemple, dans le milieu pélagique marin, au début de la chaîne, nous avons le phytoplancton qui sera mangé par le zooplancton, mangé lui-même par les poissons. Ainsi, la biomasse (poids de la matière vivante) énorme que représente le plancton permet-elle aux poissons de se nourrir. Il vaut mieux donc laisser les poissons et les baleines filtrer le zooplancton plutôt que d'essayer d'en nourrir l'homme.

Cependant, le rendement d'une telle chaîne alimentaire n'est pas très bon. Prenons l'exemple suivant : dix millions de diatomées pour cent mille copépodes pour un seul poisson. Dans les régions antarctiques, le zooplancton, qui comprend de nombreux Euphausiacés, ou *Krill* (sortes de petites crevettes), sert de nourriture aux grands cétacés à fanons mangeurs de plancton.



Les agressions de la pollution se situent à chacun des maillons du cycle de la vie marine *(image Atelier sud vidéo "Fondation océanographique Ricard - La mer, passion à vivre.").*

"Il vaut mieux laisser les poissons et les baleines filtrer le zooplancton plutôt que d'essayer d'en nourrir l'homme."

Nous voyons donc que le cycle de la vie dans les eaux marines ou douces passe par un stade intermédiaire qui est le plancton et il est bien évident que ce dernier est actuellement menacé de disparition par les différentes sortes de pollutions qui ne manquent pas de frapper en cours de chaîne alimentaire.

Les différentes pollutions qui affectent le plancton sont les pollutions par les hydrocarbures, la pollution chimique et les pollutions organique et bactérienne, sans oublier les pollutions radioactive et thermique.

Les nappes d'hydrocarbures ont une influence désastreuse sur le plancton ; en surface, elles constituent un écran qui s'oppose aux échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère ; cet écran freine la pénétration des rayons lumineux, ce qui diminue la photosynthèse, donc le phytoplancton.

Le zooplancton est aussi touché car certains hydrocarbures (benzène, toluène) qui sont des poisons directs et d'autres (kérozène) qui agglutinent les animalcules. Les pollutions chimiques sont celles qui découlent du rejet d'eaux industrielles.

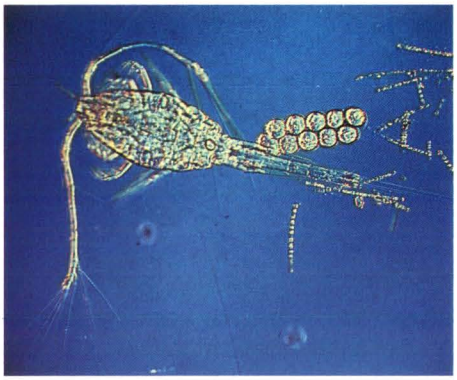
Dans ces eaux, certains corps sont dangereux par leur rémanence, c'est-à-dire leur pouvoir d'accumulation au sein des organismes vivants chez qui l'absorption du toxique en quantités de plus en plus grandes n'est pas nécessairement suivie d'une élimination accrue (c'est le cas pour les métaux lourds et les pesticides). Ces produits toxiques se concentrent ensuite dans les graisses des poissons mangeurs de

plancton. C'est pour cette raison, par exemple, que l'huile de foie de morue est interdite en Suède.

Quant à ce qui est de la pollution organique, l'homme rejette parfois dans le système aquatique plus qu'il ne lui a pris ; alors il bouleverse l'équilibre. L'homme déverse en effet plus de la moitié de ses déchets dans les eaux des lacs, des rivières et des océans. D'où une pollution bactérienne et virale due aux rejets des différents égouts et, lorsque la saturation en matériel organique augmente, la faune et la flore disparaissent, le plancton meurt, les lacs et les cours d'eau deviennent des déserts.

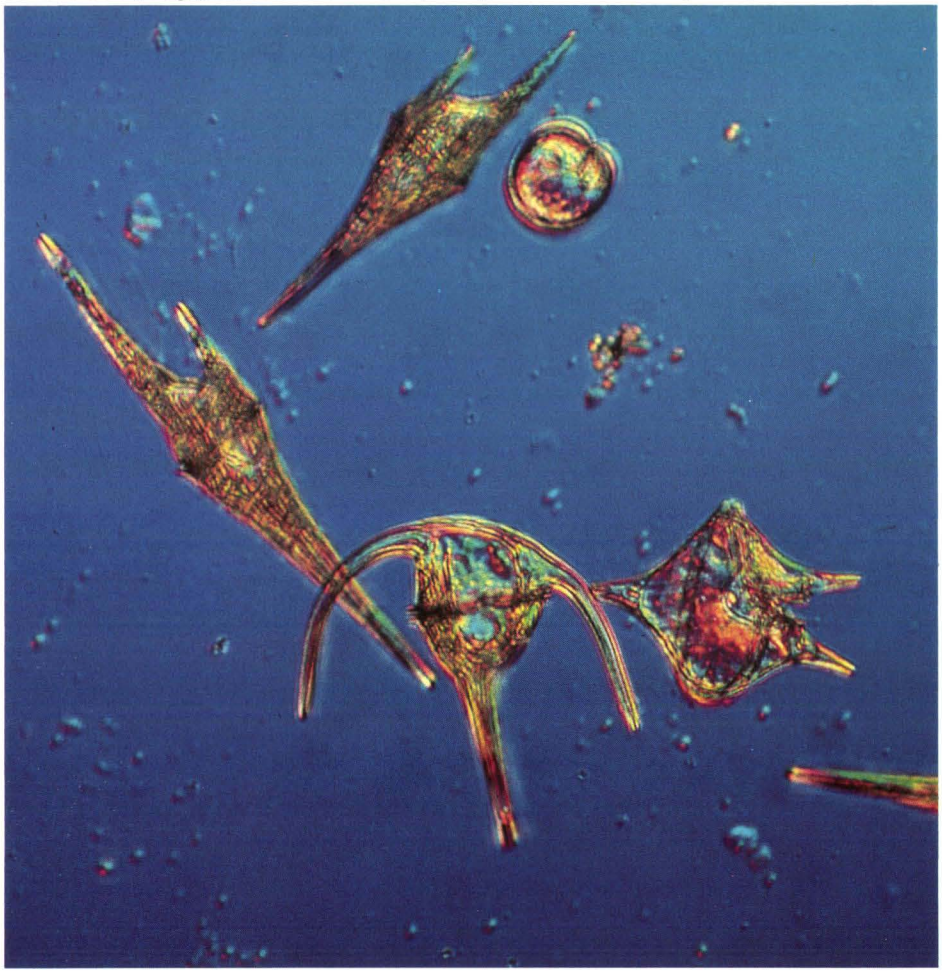
Les mers n'échappent pas à un tel destin et on peut citer en exemple la mer Baltique qui reçoit des déchets ménagers et industriels de sept pays alors que, selon les estimations les plus optimistes, ses eaux ne se renouvellent que tous les trente-cinq ans, sa faible profondeur (soixante mètres de moyenne) la rendant plus vulnérable.

"Il faut s'attacher à sauvegarder le plancton, véritable manne des eaux, sans laquelle la vie dans le domaine aquatique n'existerait pas et la Terre ne pourrait survivre".



Oithona,
crustacé copépode très répandu *(Ph. C. Carré).*

Quelques dinoflagellés. Ces végétaux unicellulaires (protozoaires), généralement marins, et dont certains sont pélagiques, sont caractérisés par la présence de deux flagelles *(Ph. C. Carré).*



Il faut aussi ajouter la pollution nucléaire due au fait que les particules radioactives provenant des essais nucléaires et des centrales retombent en partie dans l'océan. Il y a donc concentration des radionucléides par les organismes du plancton qui joue un rôle primordial dans la fixation, la rétention et la concentration des radioéléments rejetés dans le milieu marin.

Quant à la pollution thermique, elle résulte du rejet, selon les cas, d'eau de rivière ou de mer ayant servi au refroidissement de centrales thermiques et nucléaires. Un tel réchauffement n'est pas sans doute sans danger pour les populations planctoniques, car beaucoup d'organismes du plancton sont très sensibles à de légères variations de température. Cette pollution entraîne un bouleversement de l'écosystème avec disparition de nombreuses espèces du plancton.

En conclusion, on peut dire que la nourriture tirée des océans (algues, poissons, crustacés et mollusques) ne peut l'être que parce qu'il existe toute une succession de chaînes alimentaires et beaucoup d'entre elles tirent leur existence du phytoplancton. Il s'agit donc là d'un problème de sauvegarde de la mer qui nous concerne tous. Nous devons ménager l'océan et lui laisser tranquillement remplir sa mission et non l'exploiter à outrance et le polluer à mort. Il faut s'attacher à sauvegarder le plancton des lacs, des rivières et celui des mers, véritable manne des eaux, sans laquelle la vie dans le domaine aquatique n'existerait pas et sans laquelle la Terre ne pourrait survivre. ■

Gérard Seguin

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

• **Ehrhardt J.-P. et Seguin G.** — *"Le plancton - Composition, écologie, pollution"*. Collection *"Ecologie fondamentale et appliquée"*, Gauthier-Villars.

Le krill

Un bouquet de crevettes pour les baleines

par le Pr Nardo Vicente
responsable scientifique de la Fondation océanographique Ricard

Le krill est abondant dans les eaux polaires des océans de l'hémisphère Sud. C'est un crustacé planctonique, une petite crevette de six centimètres de long en moyenne, appartenant à la famille des Euphausiacés *(Euphausia superba).*

Le krill, c'est l'accumulation massive de cette crevette dans les couches superficielles de l'océan Antarctique. Tout l'équilibre biologique de cet océan repose sur ces Euphausiacés qui peuvent quelquefois être si abondants qu'ils forment des bancs serrés pouvant donner à l'eau un aspect de bouillon rouge (1) et scintillant.

ILLUSTRATIONS CI-DESSUS - ***"Baleine à bosse" Megaptera novaengliae,*** **grand cétacé à longues nageoires que l'on appelle aussi** ***"jubarte" (Ph. Ken Balcomb - W.W.F.).*** **En médaillon, un Euphausiacé, crevette planctonique dont l'accumulation en essaims constituent le krill** ***(Ph. C. Carré).***

Dans la chaîne alimentaire océanique, le krill se situe au deuxième niveau. C'est un consommateur d'algues siliceuses vertes du phytoplancton : les Diatomées. Comme toutes les plantes vertes sur terre, celles-ci utilisent l'énergie solaire captée par la chlorophylle, pour fabriquer leur propre matière vivante. Pour cela, elles puisent dans le milieu : l'eau, le gaz carbonique et les sels nutritifs (nitrates, phosphates, silicates) dissous. L'oxygène de la molécule d'eau, dans le processus de photosynthèse, n'est pas utilisé ; il est rejeté dans le milieu environnant.

Le premier maillon

Ces algues unicellulaires, qui constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire, sont des producteurs comparables, sur terre, à une pelouse. Elles servent de nourriture aux animaux du second échelon, à savoir le zooplancton dont fait partie le krill.

Le développement du plancton est particulièrement favorisé dans les mers antarctiques car les eaux froides sont bien oxygénées et renferment plus d'acide carbonique que les eaux chaudes. Par ailleurs, les sels nutritifs sont ramenés en surface par les courants profonds appelés upwellings, qui viennent des tropiques et qui émergent vers 53° de latitude.

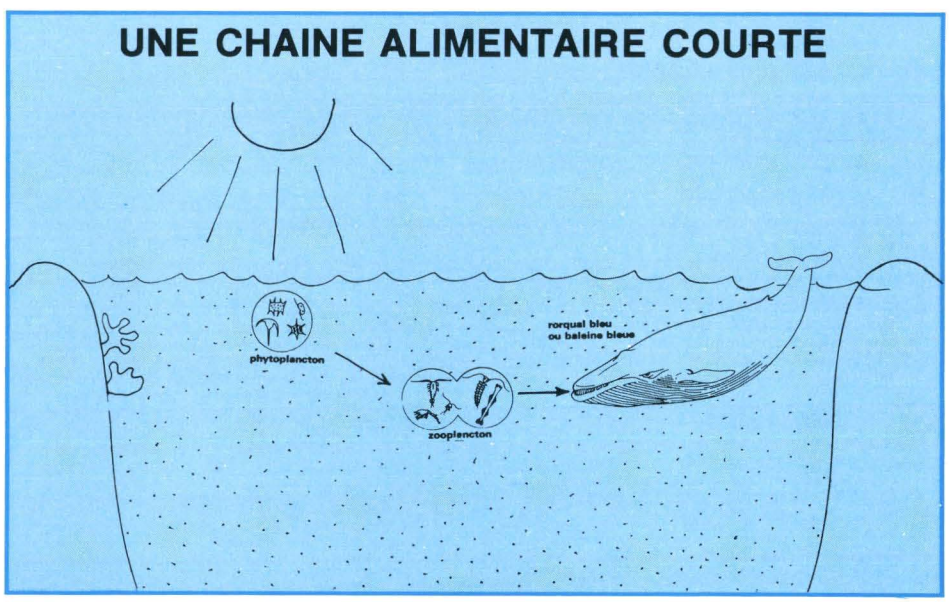
Le krill prospère plus particulièrement dans deux régions : d'une part, dans le secteur où circule un courant lié aux vents d'Est, entre 63° de latitude Sud et la côte du continent Antarctique : d'autre part, dans le courant marin de Weddell qui se déplace depuis la mer du même nom en direction du Nord-Est.

C'est dans ces deux régions aux eaux froides que l'on rencontre, en été, les baleines antarctiques à fanons en grand nombre. Elles reviennent très amaigries des eaux plus chaudes du golfe d'Aden, de la mer des Antilles et de l'Atlantique subtropical où l'alimentation dont elles ont disposé pendant l'hiver ne suffit pas.

Parmi les baleines à fanons qui fréquentent par bandes les eaux antarctiques, il faut citer le Mégaptère, la *baleine à bosse*, qui se nourrit de krill et aussi de capelans, ainsi que de nombreuses autres espèces de petits poissons. C'est un cétacé très pourchassé,

Balénoptère (ou rorqual) *Balaenoptera physalus*. La plus grande espèce atteint vingt-cinq mètres de long *(Ph. Ken Ben Balcomb - W.W.F.)*.

"Il est à craindre que la surpêche du krill décime à la longue les populations et crée un déséquilibre dans la chaîne trophique. Les baleines à fanons, qui paient déjà un lourd tribut à la pêche industrielle, pourraient alors disparaître par manque de nourriture."



(1) Cette couleur du krill est due à la présence dans son organisme d'un pigment rouge, le carotène, qui peut se transformer en vitamine A.

Extrémités de fanons de baleine. On distingue sur les lames cornées les franges ressemblant à des poils *(Ph. Denise Viale - C.N.R.S. - Université de Corte).*

menacé d'extermination par la pêche industrielle, qui fait l'objet d'une protection totale depuis moins d'une dizaine d'années.

Les fanons : passoire à krill

Les fanons des baleines agissent comme un filtre efficace. Ce sont des sortes de lames cornées qui possèdent sur leurs bords internes des franges ressemblant à des poils. Elles pendent du palais, disposées les unes derrière les autres, formant ainsi une véritable passoire.

Pour se nourrir, la baleine à fanons qui avance, bouche ouverte, ingurgite de grandes quantités d'eau contenant les crevettes en suspension. Elle ferme ensuite la bouche et, sous l'action de la langue, l'eau est rejetée latéralement à travers les lamelles des fanons. Seules les proies restent accrochées aux franges des fanons et sont ensuite projetées dans le gosier et l'oesophage par un procédé qui demeure encore mystérieux.

L'animal consomme ainsi en renouvelant l'opération une tonne de krill, chaque jour, à la bonne saison.

Dans l'océan Antarctique, le krill constitue non seulement l'essentiel de la nourriture des baleines à fanons mais aussi celle des phoques, des pingouins, des oiseaux et très probablement aussi celle d'une grande partie des poissons de grande valeur économique comme le hareng ou la morue.

Epices de mer

A ces prédateurs, il faut ajouter l'homme. En effet, le krill fait l'objet d'une exploitation croissante. La biomasse fantastique représentée par cette espèce est telle qu'on l'estime pouvoir supporter une pêche annuelle de 100 à 150 millions de tonnes, alors que le produit de la pêche de poissons de mer stagne aux environs des 70 millions de tonnes.

Sa haute valeur nutritive permet de fournir une farine de première qualité destinée à l'élevage, et rentable au plan économique.

Des chercheurs soviétiques et japonais ont mis en évidence cette valeur nutritive du krill. La consommation directe par l'homme pose quelques problèmes de digestibilité dus à l'importance de ses parties chitineuses. Cependant, son utilisation, sous forme de pâte ou de poudre (dite *épices de mer*) qui est déjà réalisée, représente un important appoint en protéines et en vitamines (A et B 12).

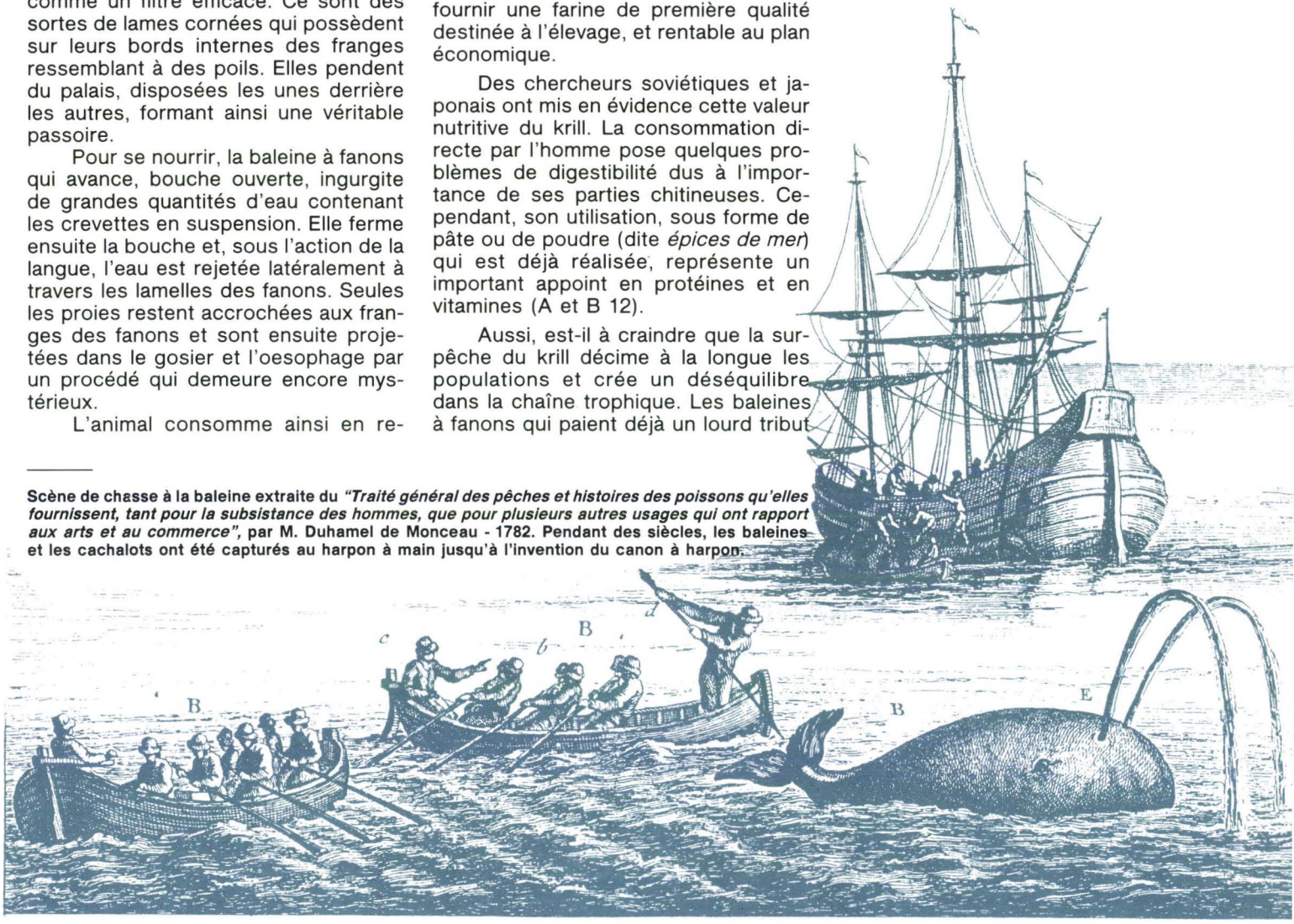
Aussi, est-il à craindre que la surpêche du krill décime à la longue les populations et crée un déséquilibre dans la chaîne trophique. Les baleines à fanons qui paient déjà un lourd tribut à la pêche industrielle pourraient alors disparaître par manque de nourriture.

Un tel phénomène est plus à craindre qu'une contamination par les polluants : hydrocarbures, métaux lourds, composés organochlorés... Ces derniers ne doivent cependant pas être mésestimés lorsqu'on sait que les pôles sont les secteurs du globe les plus pollués par des micropolluants tels que le DDT ou le Lindane.

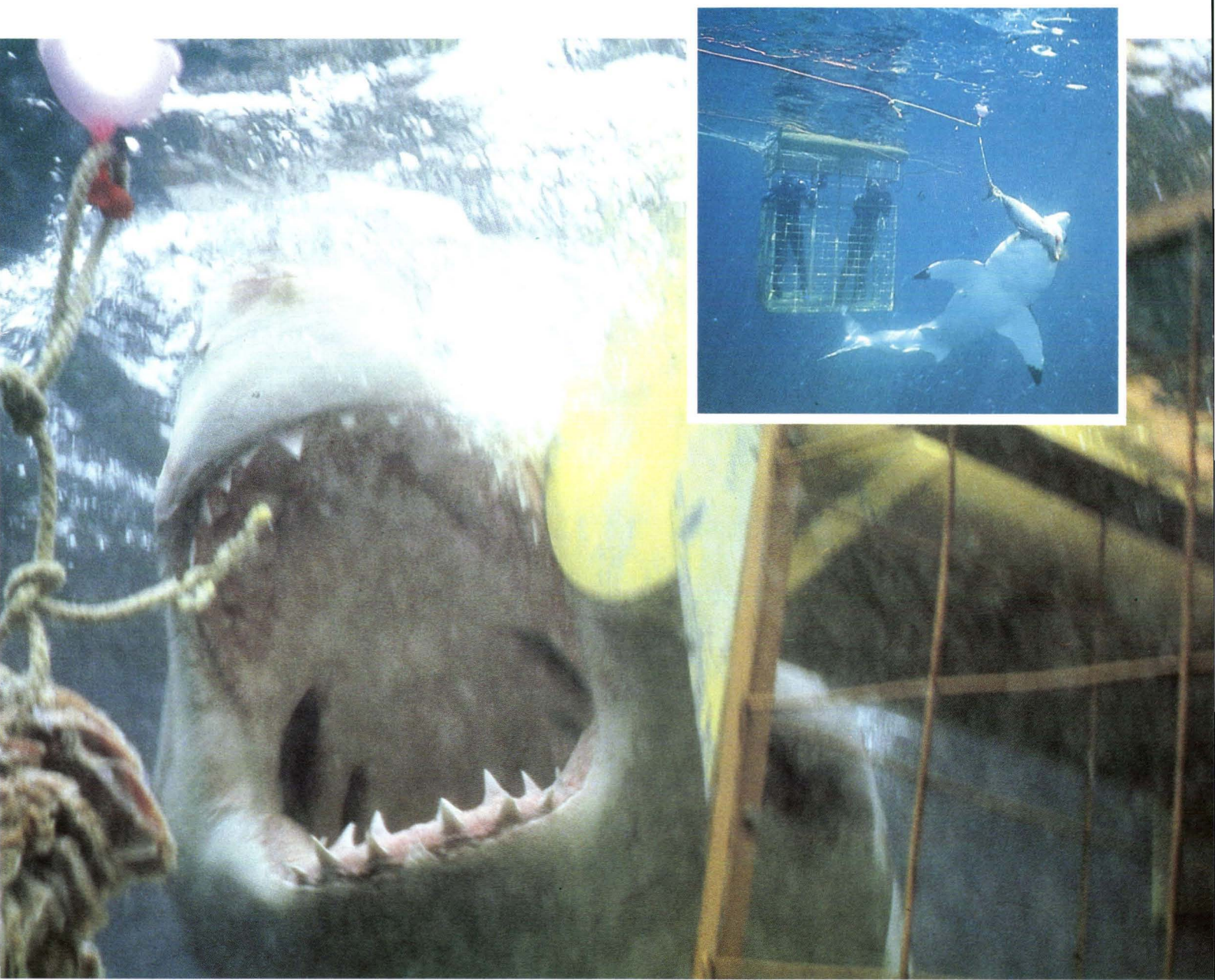
Il suffit, par exemple, de concentrations infinitésimales de DDT dans l'eau de mer pour affecter de manière irréversible les larves de crustacés.

On sait que tous les organochlorés peuvent s'accumuler dans les graisses des cétacés et leurs organes vitaux à de très fortes concentrations. On mesure alors les dégâts occasionnés à la vie marine de cette région du globe par les pollutions qui s'ajoutent à la pêche inconsidérée des crevettes krill et des baleines qui s'en nourrissent. ■

Nardo Vicente



Scène de chasse à la baleine extraite du *"Traité général des pêches et histoires des poissons qu'elles fournissent, tant pour la subsistance des hommes, que pour plusieurs autres usages qui ont rapport aux arts et au commerce"*, par M. Duhamel de Monceau - 1782. Pendant des siècles, les baleines et les cachalots ont été capturés au harpon à main jusqu'à l'invention du canon à harpon.



La "mort blanche"

par Patrice Héraud

Juin 1959 - Dans la baie de La Jolla (Californie), deux jeunes garçons ramassent des ormeaux en plongée libre. Les eaux sont exceptionnellement chaudes, pas très claires et peu profondes. Soudain, l'un des enfants entend son camarade crier. Il se retourne et aperçoit son ami, la moitié du corps (tête, bras et buste restant visibles) dans la gueule d'un requin dont la longueur fut estimée à six mètres.

ILLUSTRATIONS CI-DESSUS - Requin blanc : ses dents triangulaires aux bords denticulés sont faites pour trancher. C'est à l'intérieur d'une cage métallique de ce type (en médaillon) que Michel Pignères a pu réaliser les clichés sous-marins exceptionnels qui illustrent cet article.

Beau spécimen de requin blanc - Outre leur aspect terrifiant, le profil esthétique des squales explique pour une grande part la fascination qu'ils exercent sur les hommes. *(Ph. Michel Pignères).*

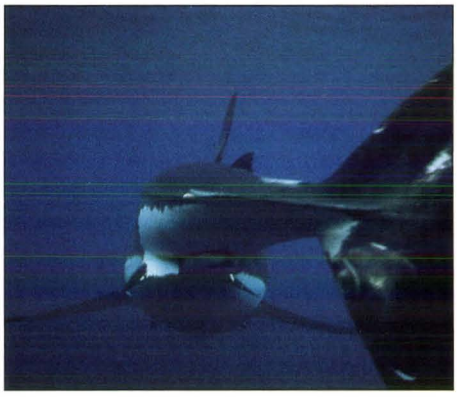
"Des sources incertaines font même état d'un requin blanc de ... onze mètres !"

Le *Carcharodon Carcharias*, appelé plus communément *grand blanc*, *requin blanc*, *mangeur d'hommes*, ou encore *mort blanche*, venait à nouveau de frapper d'une façon soudaine et violente.

Comme c'est le plus souvent le cas, le requin n'est jamais vu, jamais pressenti, jamais détecté, jusqu'à l'attaque.

D'une taille moyenne de quatre mètres pour un poids de plus d'une tonne, le requin blanc présente, ainsi que la plupart des squales de pleine eau, *Carcharhinidae* et *Lamnidae* entre autres, un dos gris clair ou bronze clair, un ventre d'un blanc parfait. La première nageoire dorsale est haute et large alors que la seconde est à peine formée.

Les nageoires pectorales, très développées, présentent un arc infléchi sur leur partie intérieure. Relativement courte, la queue est plus franchement triangulaire que chez les autres requins.



On peut noter la perfection des lignes hydrodynamiques de ce grand requin blanc, l'impression de puissance qu'il dégage. *(Ph. Michel Pignères).*

C'est l'une des caractéristiques, la plus évidente, du groupe des requins lamniformes : le lobe supérieur de la queue est presque égal au lobe inférieur, à la différence d'autres squales à lobe supérieur plus développé.

Au nombre de cinq, les fentes branchiales sont hautes et irrégulièrement disposées. L'avant de la gueule est armé de dents triangulaires qui peuvent atteindre cinq centimètres de hauteur.

A sa maturité, le requin blanc mesure environ quatre mètres, mais il existe des individus beaucoup plus grands : un animal de sept mètres fut capturé, en août 1986, à Montbauk, dans l'Etat de New York, aux U.S.A. Des sources incertaines font même état d'un requin blanc de... onze mètres !

A ce propos, précise Paul Rancurel, de l'université d'Aix-Marseille III (C.E.R.A.M.), *la plupart des mesures sont sujettes à caution chez les grands requins qui possèdent un squelette cartilagineux.*

Car, la plupart du temps, ils sont pesés et mesurés, pendus par la queue à une grue. Ainsi, tout le poids de la masse viscérale est réparti vers la tête et provoque un allongement considérable de la colonne vertébrale donc de la longueur réelle - au bénéfice, d'ailleurs, du pêcheur !

De plus, si le poisson n'est plus très frais, la longueur peut augmenter encore par distension des fibres squelettiques.

Présent dans toutes les mers tropicales, subtropicales et tempérées, le requin blanc se rencontre également à l'est de l'Atlantique, au sud du golfe de Gascogne mais aussi en Méditerranée. En septembre 1984, un requin blanc de quatre mètres et demi est pêché près de Propriano, en Corse. En décembre 1986, deux plongeurs affirment avoir rencontré un spécimen de six mètres, près de Marseille.

Le premier averti, Paul Rancurel recueille les témoignages des marins-pompiers plongeurs coursés par le requin : *J'ai pensé, sur le moment, d'après la description faite, à un* Carcharodon. *Mais il n'est pas correct d'être affirmatif, tant que l'on n'a pas capturé l'animal ou que l'on ne possède pas une dent comme certification.*

Quant à la longueur de six mètres, elle a été évaluée d'après comparaison avec l'embarcation. Ce type d'estimation est toujours aléatoire du fait de phénomènes de parallaxe, l'observateur ne pouvant être à la fois à l'avant et à l'arrière du bateau.

D'autre part, il existe, en Méditerranée, le requin pélerin, de très grande taille, qui prête souvent à confusion lorsqu'il n'est pas pêché.

La "mort blanche" en Méditerranée

D'aucuns expliquent la présence des requins blancs en Méditerranée par la construction du barrage d'Assouan, qui provoque un échange d'eaux dans le sens mer Rouge-mer Méditerranée toute l'année.

Pour Paul Rancurel, il est inconcevable que des requins de la taille du *Carcharodon*, et même les autres, passent par les écluses du canal de Suez. De toute façon, leur présence s'explique en Méditerranée par celle de bancs de thons. Il est bien connu que les madragues tunisiennes capturaient tous les ans, au mois de mai, un ou plusieurs *Carcharodons*.

Cette chasse des thons par les requins blancs est confirmée puisque leur présence est signalée au large de la Yougoslavie en été 1934, où un couple de baigneurs allemands est attaqué (un disparu, un blessé) ; en septembre 1960, aux environs de Naples ; en septembre 1984, en Corse... Tous les *Carcharodons* observés mesuraient de quatre à cinq mètres.

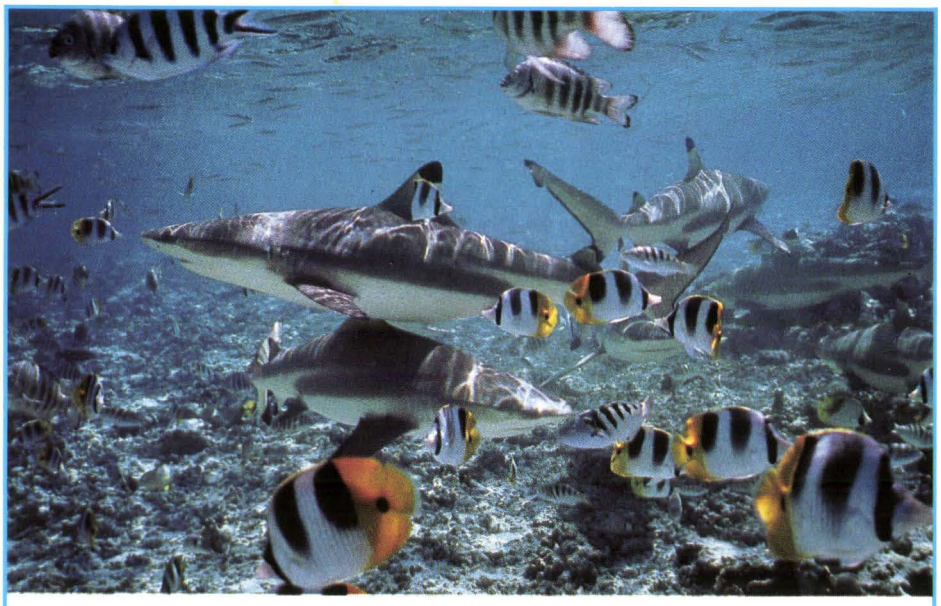
Il est rare que la victime d'un requin blanc survive à ses blessures, car le requin n'abandonne pratiquement jamais sa proie. Pourtant un Australien, Rodney Fox (1), réchappera à une attaque, gardant à tout jamais la cicatrice de la "mort blanche".

C'est lors d'une plongée, en 1963, au large d'Adelaïde, capitale de l'Australie méridionale, qu'un requin blanc fondit sur lui, le saisit par la poitrine et par le dos, tout en l'entraînant à vive allure.

Mais, profitant d'un bref moment de relachement de l'étreinte du prédateur, Rodney parvint à regagner la surface où il fut recueilli par un bateau de sauvetage.

Malgré de graves blessures, il survécut et se consacre depuis aux requins blancs. Il fut d'ailleurs conseiller technique du film *"Les dents de la mer"* de Steven Spielberg, pour le tournage des séquences avec un vrai squale.

"Il est rare que la victime d'un requin blanc survive à ses blessures, car le requin n'abandonne pratiquement jamais sa proie."



LES REQUINS DE RÉCIFS

A la pointe blanche ou noire comme ces *Carcharhinus Amblyrynchos*, ils fréquentent couramment les lagons où ils trouvent une nourriture abondante. Ils ne présentent aucun danger pour le baigneur ou le plongeur *(Ph. M. Porcher, Festival mondial de l'image sous-marine, Antibes).*

Deux tonnes par centimètre carré

Les blessures causées par un requin blanc sont terribles. Pour l'écrivain Hans Hass, qui s'y intéressa, un squale de quatre mètres peut trancher net un bras ou une jambe ; un spécimen de six mètres peut couper un corps humain en deux.

De fait, la mâchoire du squale est soudée au crâne, ce qui lui donne la possibilité d'avoir une prise importante et d'exercer une pression pouvant atteindre... deux tonnes par centimètre carré. A chaque coup de mâchoire, ce

(1) N.D.L.R. : l'auteur de l'article va participer, en janvier-février 1990, à une expédition en compagnie de Rodney Fox pour filmer et photographier les grands requins blancs d'Australie du sud. Si vous désirez lui apporter votre aide ou si vous êtes éventuellement intéressé par une conférence, un débat sur le sujet, vous pouvez écrire à l'adresse suivante : Patrice Héraud, 13, avenue de Paris, 92260 Fontenay-aux-Roses.

sont une vingtaine de kilogrammes de chair qui sont arrachés.

De plus, il n'est pas rare qu'un assaut en appelle d'autres. Ainsi, en 1916 aux Etats-Unis, dans le New-Jersey (Atlantique), un requin sema la terreur pendant dix jours, attaquant successivement cinq personnes, dont quatre mortellement.

En décembre 1957, quatre agressions furent enregistrées sur une même plage d'Afrique du Sud.

Peut-on expliquer ces répétitions à intervalles rapprochés et dans la même zone ?

Sans aller jusqu'à dire que le requin prend goût à la chair humaine, Coppleston, écrivain australien et spécialiste des squales, estime qu'après une première expérience l'animal en recherche d'autres similaires.

Existe-t-il alors un phénomène capable d'attirer et de déchaîner l'agressivité des requins pendant une période relativement longue ?

Très souvent, il est vrai, on a pu constater un événement exceptionnel avant l'attaque, ce que l'on appelle le pré-accident.

L'exemple le plus probant, et qui semble appuyer cette théorie, est celui des circonstances qui accompagnèrent l'attaque de ce garçon par un requin blanc dans la baie de La Jolla (Californie). Le matin de l'agression, un baleineau blessé s'était échoué sur la grève.

Lourde méprise

Concernant les attaques de baigneurs ou de plongeurs, Paul Rancurel avance une théorie beaucoup plus simple et anthropomorphique.

Les attaques de requin blanc ont toujours eu lieu dans des régions où vivent des colonies d'otaries (Afrique du Sud, Sud australien).

Or, il faut savoir que la vue, chez le requin, ne lui permet pas de percevoir à une certaine distance ni les détails des formes, ni les couleurs élémentaires. De ce fait, une otarie dans l'eau ressemble à s'y méprendre à un plongeur en combinaison (2).

C'est probablement pour cette raison aussi que des requins s'acharnent sur les surfeurs, qui, allongés sur leur planche, ressemblent à des éléphants de mer.

"Un requin blanc peut couper un corps humain en deux."

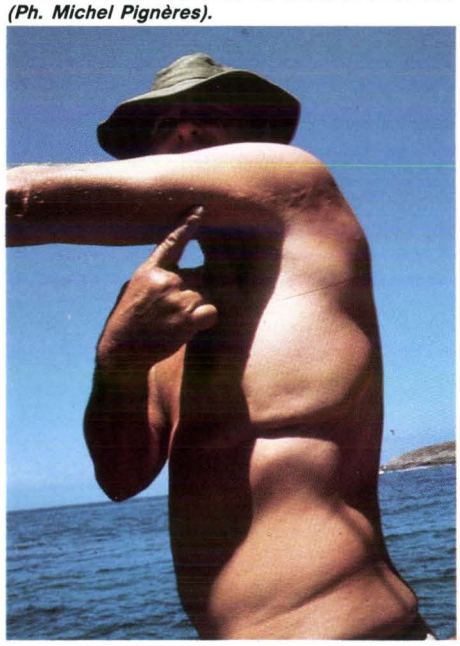
Un homme évoluant sous l'eau émet des bruits particuliers qui évitent momentanément au requin de confondre les proies entre elles jusqu'à ce qu'il attaque le plongeur et se rende compte de l'absence de danger.

D'où une réaction naturelle du type : *C'est bizarre, ça ressemble à une otarie : ça ne fait pas le même bruit, mais ça ne se défend pas, et c'est comestible : alors continuons !*

Quant au nombre d'attaques, la littérature fait état de cent soixante-quatorze cas sur les rivages australiens dont soixante-cinq en Nouvelle-Galles du Sud, de 1933 à 1963.

Quarante-deux agressions furent recensées dans les états de Californie de 1936 à 1986 et quatre-vingt-dix, dont trente-neuf mortelles, sur les côtes du Natal en Afrique du Sud, de 1906 à 1984.

On ne réchappe généralement pas de la *"mort blanche"* si ce n'est avec de terribles blessures *(Ph. Michel Pignères).*



De 1962 à 1966, dans le monde, l'Institut américain de sciences biologiques évalue à une trentaine le nombre d'attaques de bateaux de plaisance qui n'ont pas occasionné de victimes.

Selon les mêmes sources, cent soixante et un nageurs ou pêcheurs auraient été agressés parmi lesquels soixante-dix mortellement, répartis comme suit : trente-deux aux Etats-Unis, vingt-deux en Australie et seize en Afrique du Sud.

Il faut y ajouter quatre cent soixante-seize attaques de naufragés issus de navires ou d'avions, dont trois cent cinquante mortelles.

Le taux de mortalité est, lui, variable d'un pays à l'autre ; il s'élève à 80 % en Australie alors qu'il atteint 49 % pour l'ensemble des océans.

Des chiffres à relativiser

Ces chiffres sont certes éloquents : mais il faut les relativiser en ayant, par exemple, à l'esprit que, chaque année, aux Etats-Unis trois cents personnes décèdent des suites de piqûres d'abeilles ou frappées par la foudre.

Dans le même temps, une centaine d'individus sont attaqués par des requins dans les mers du globe.

D'après les observations effectuées par ce même Institut, il semblerait que la majorité des attaques se produisent entre le quarante-deuxième degré de latitude nord et le quarante-deuxième degré de latitude sud, c'est-à-dire à l'intérieur d'une zone délimitée, au nord, par le Japon et, au sud, par Melbourne, en Australie.

Le point le plus dangereux se situe au centre de cette ceinture. Dans cette zone, vivent toutes sortes de requins assez gros pour causer des accidents : tigres, bull-sharks, *Carcharhinidae* divers... et il y en a !

Et si des requins blancs encore plus gros que ceux qui ont pu être observés jusqu'alors existaient ? D'aucuns le supposent en tout cas, qui émettent l'hypothèse de squales d'une trentaine de mètres dans les eaux profondes.

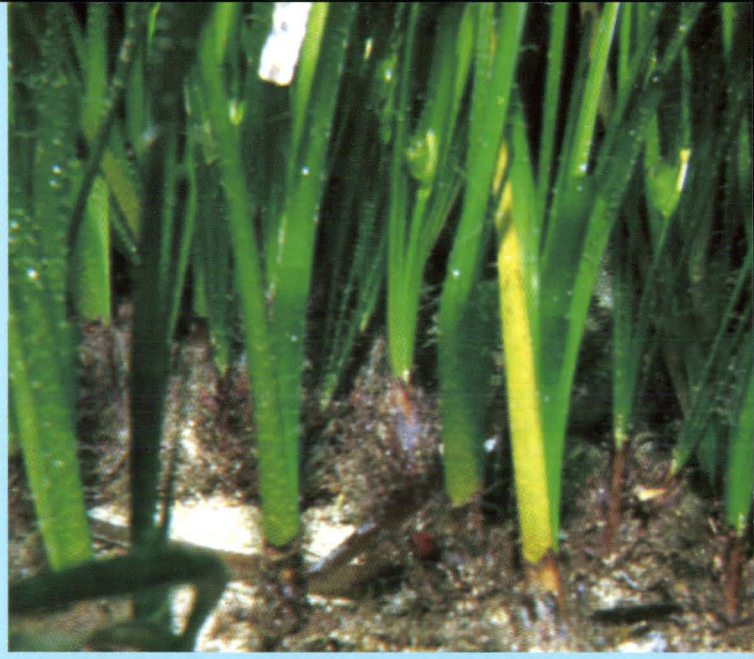
Peut-être, un jour, verrons-nous un de ces monstres surgir des profondeurs, bouleversant ainsi les données actuelles. Mais, pour l'heure, *Les dents de la mer* n'ont pas encore franchi les portes de la Méditerranée. Du moins, à notre connaissance. ■

Patrice Héraud

(2) C'est la raison pour laquelle des combinaisons rayées du style serpent de mer ont été utilisées en Australie pour avertir les requins de la différence entre les proies.

POSIDONIE

Posidonia oceanica



SYSTÉMATIQUE — Phanérogame, Angiosperme, Monocotylédone ; ordre des Hélobiales ; famille des Potamogetonaceae : genre *Posidonia* (Koen).

Noms vernaculaires : Posidonie, chiendent de mer, paille de mer, algue.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE — C'est une espèce endémique de la Méditerranée, formant un liséré presque continu tout autour des deux bassins méditerranéens, mais absente de la région de Gibraltar, de la mer de Marmara, de la mer Noire et du Bosphore. Elle disparaît également aux embouchures des grands fleuves.

HABITAT — On la rencontre depuis la surface jusqu'à trente, quarante mètres de profondeur.

La limite inférieure de l'herbier de Posidonies dépend essentiellement de la transparence de l'eau. Les Posidonies s'installent généralement sur les fonds meubles, mais elles peuvent coloniser d'autres substrats à condition que des peuplements végétaux initiaux aient fixé des matériaux sédimentaires et préparé une croûte meuble favorable à leur enracinement. L'herbier est caractéristique de l'étage infralittoral.

DESCRIPTION — Cette plante est formée d'un rhizome, c'est-à-dire d'une tige souterraine dont la croissance s'opère à la fois dans le plan vertical et dans le plan horizontal.

Ce rhizome est ancré dans le sédiment par des racines et porte des faisceaux de quatre à huit feuilles, de couleur verte, qui mesurent environ un centimètre de large et peuvent atteindre une longueur de quatre-vingt centimètres à un mètre, à l'âge adulte.

SPONDYLE

Spondylus gaederopus

SYSTÉMATIQUE — Embranchement des mollusques ; classe des bivalves ; ordre des filibranches (B.B. Woodward) ; sous-ordre des anisomyaires (Thiele) ; super-famille des pectinoïdea (Raffinesque) ; famille des spondylidae (Gray) ; Genre *spondylus* (Linne, 1758. Syst. nat. éd. 10,p. 690 ; 1767, éd. 12,p. 1136 - B.D.D., 11, 1888, p. 45, pl. 10, fig. 1 à 5.).

Noms vernaculaires : pied d'âne, huître à charnière.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE — Commun dans toute la Méditerranée, mais peut être rencontré dans l'Atlantique, de la mer Lusitanienne (Portugal) jusqu'au Sénégal et au cap Vert. On rencontre également en Méditerranée *Spondylus gussoni* (vers 300-400 m). Dans les mers tropicales, vivent des espèces plus colorées et plus ornementées.

HABITAT — Espèce fixée sur les parois rocheuses du coralligène en Méditerranée , principalement parmi les gorgones et les spongiaires : en fait, depuis quelques mètres sous la surface jusqu'à 50 mètres de profondeur. Très souvent, la coquille est recouverte complètement par une éponge encroûtante rouge brillant, *Crambe crambe* (O. Schmidt). On remarque difficilement ce coquillage car il s'intégre d'une manière idéale à son environnement rocheux. D'ailleurs, la description donnée par un observateur non averti est celle de la fermeture d'un rocher lorsque l'animal est dérangé.

DESCRIPTION — La coquille est robuste (80 à 135 mm) avec deux fortes valves, particulièrement la valve inférieure. Elle présente une charnière bien développée et de conception parfaite et adhère solidement au substrat rocheux. La valve supérieure mobile est souvent ornée de lamelles épineuses

POSIDONIE (suite)

REPRODUCTION, CROISSANCE — C'est à la fin de l'été, mais le plus souvent à l'automne, que ces plantes fleurissent, quand les conditions climatiques sont favorables (mer chaude).

Au centre des faisceaux de feuilles, portée par un pédoncule de dix à trente centimètres, on observe une inflorescence de quatre à dix fleurs hermaphrodites, de couleur verdâtre.

Après la fécondation, les fruits, de la forme et de la dimension d'une olive, mûrissent en six à neuf mois et se détachent de la plante. Ils flottent alors, assurant la dissémination de l'espèce.

Les graines, libérées, tombent sur le fond et germent si le milieu est favorable.

On désigne sous le nom de matte, le réseau de racines et de rhizomes noyés dans le sédiment. La croissance en hauteur de la matte est estimée à un mètre par siècle.

La croissance des feuilles est maximum au printemps et le feuillage est partiellement renouvelé chaque automne.

Les feuilles mortes, de couleur brune, sont parfois rejetées sur le rivage où elles s'accumulent sous forme de banquettes, notamment au fond des baies abritées.

PRÉDATEURS — Les deux principaux prédateurs sont : l'oursin et la saupe, mais de très petits crustacés ou mollusques ne dédaignent pas de la dévorer.

DESTRUCTEURS — L'homme, par son action néfaste sur le milieu marin, par non respect de l'équilibre naturel, en créant des ports, des plages, en endiguant, en déversant ses eaux domestiques et industrielles, fait régresser l'herbier de Posidonies.

RÔLES DE L'HERBIER — Ils sont nombreux et divers :

- Substrat pour de très nombreuses espèces végétales (épiphytes, algues) et animales (épibiontes, bryozoaires...). Ces êtres vivants, néanmoins, peuvent devenir une gêne, empêchant une bonne pénétration de la lumière utile à la plante.
- Zone de frayère pour de très nombreuses espèces.
- Poumon de la mer et du globe : à dix mètres de profondeur, un mètre carré d'herbier dégage quatorze litres d'oxygène par jour.
- Protecteur des fonds et des plages. L'herbier fixe les sédiments, brise la houle. Ses feuilles à proximité des plages amortissent les effets dévastateurs des tempêtes.
- Abri : plusieurs milliers d'espèces animales et végétales peuplent l'herbier.

Cette espèce est actuellement protégée par la loi.

Pierre Escoubet

SPONDYLE (suite)

assez dures. La coloration est très variable, blanc, violet, orangé, rose, mais la couleur caractéristique rencontrée le plus souvent est rouge-vin. La valve gauche ou supérieure présente d'importantes modifications qui ont abouti à l'institution de variétés avec des aspects intermédiaires. On a ainsi pu définir comme écotype les formes suivantes : *foliosus* (Monterosato), *spinosus* (Martyn) et *inermis* (Monterosato) qui serait la forme typique, sans ornementation épineuse ou excroissance claviforme. D'autres types comme *albinus*, *mixtus* (forme intermédiaire), *corallinus*... ont été décrits par les spécialistes.

NOURRITURE — Comme tous coquillages bivalves, le Spondyle est doté d'un système de circulation de l'eau à l'intérieur de ses valves. Il se nourrit en sélectionnant, à l'aide de ses filaments branchiaux, les particules organiques inertes ou vivantes, de taille souvent inférieure à 25 microns. Ce qui correspond essentiellement aux microalgues planctoniques, bien qu'il soit admis que les bivalves puissent également utiliser la matière organique dissoute.

PRÉDATEURS, MALADIES — On peut envisager tous les prédateurs qui s'attaquent aux mollusques bivalves, sans pour cela en être certain. Parmi les prédateurs potentiels : l'étoile de mer *Marthasterias glacialis* ou le poulpe *Octopus vulgaris*.
A noter également que sa belle coquille et sa grande taille ont toujours attiré les collectionneurs et qu'il est souvent consommé en Italie.
Depuis l'année 1981, des plongeurs ont constaté la présence anormale de très nombreux Spondyles morts sur une bonne partie du littoral méditerranéen français et italien, ainsi que sur les côtes de Grèce et d'Algérie. Cette épizootie est facilement observable : l'animal perd sa valve supérieure, laissant apparaître l'aspect blanc nacré de l'intérieur de la coquille. Une estimation globale de cette mortalité massive a pu être réalisée avec le concours bénévole de clubs de plongée (1). Pour la zone littorale entre les Pyrénées-Orientales et la Sicile, 90 % des Spondyles sont morts dans la plupart des sites explorés. L'étendue et la rapidité du phénomène, qui a touché toutes les classes d'âge, fait penser à une épidémie virale ou bactérienne, voire fongique, mais sans que celle-ci ait pu être confirmée par une analyse.
De ce fait, le Spondyle devient une espèce à protéger et elle est inscrite dans le *"Livre rouge des espèces marines et littorales menacées"* (2). ■

Alain Riva, Stephen Baghdiguian

RÉFÉRENCES

(1) Sur les fortes mortalités de Spondyles (*Spondylus gaederopus* Linné) observées sur les côtes de Méditerranée. A. Meinesz et D. Mercier. Trav. Sc. du Parc National de Port-Cros, Fr., 9 : 89-95 (1983).
(2) *"Livre rouge des espèces menacées en France"*. Tome 2. Ouvrage réalisé pour le compte du ministère de l'Environnement. Inventaires de faune et de flore, fascicule 43 à 49 (1987). Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

Quelques réflexions à propos de l'aquaculture

par Jean Dorst, *de l'Institut*

L'aquaculture, d'aucuns disent l'aquiculture, représente, sans nul doute, une des grandes chances de nourrir d'une manière satisfaisante les générations proliférantes de demain. Déjà, elle rencontre des succès que personne ne conteste. Les Japonais sont passés maîtres dans cet art subtil au point de surclasser beaucoup de leurs compétiteurs. Et pourtant, bien d'autres pays rivalisent avec eux grâce à des techniques hautement élaborées.

ILLUSTRATIONS CI-DESSUS - Vue générale du Centre océanologique du Pacifique (Tahiti). Pour les crevettes pénéides, l'IFREMER s'attache à l'amélioration du rendement des élevages. En médaillon, pesée de crevettes à la Société d'aquaculture calédonienne (SODACAL), filiale de l'IFREMER. C'est une ferme d'incitation pour l'élevage semi-intensif de crevettes marines. *(Ph. O. Barbaroux - IFREMER).*

"On a connu la côte de porc qui sentait la farine de poisson et le fameux veau aux hormones. On a maintenant peur de la daurade aux granulés !"

Les Norvégiens élèvent des saumons qui font prime sur le marché. Et les Français talonnent leurs homologues étrangers en Méditerranée, en Nouvelle- Calédonie et à Tahiti, pour ne citer que ces quelques régions où nous oeuvrons. Partout se développent ces activités nouvelles, qui jamais ne concurrenceront la pêche classique. Simplement, elles la complèteront de très heureuse manière.

J'ai de nombreux scrupules à aborder ici les problèmes de l'aquaculture à la suite de la brillante synthèse qu'en a dressée mon collègue et ami, le professeur Nardo Vicente, dans un des derniers numéros d'*Océanorama* (nº 11, 1987). Il connaît la question infiniment mieux que moi et je me dois d'emblée d'affirmer que je souscris entièrement à ses écrits. J'ai en particulier apprécié la manière dont il a montré l'existence de tous les intermédiaires, de l'exploitation de stocks sauvages à la création de véritables fermes d'élevage, en passant par tous les stades de gestion contrôlée des populations halieutiques littorales dont on modifie les conditions écologiques dans un sens favorable à l'homme.

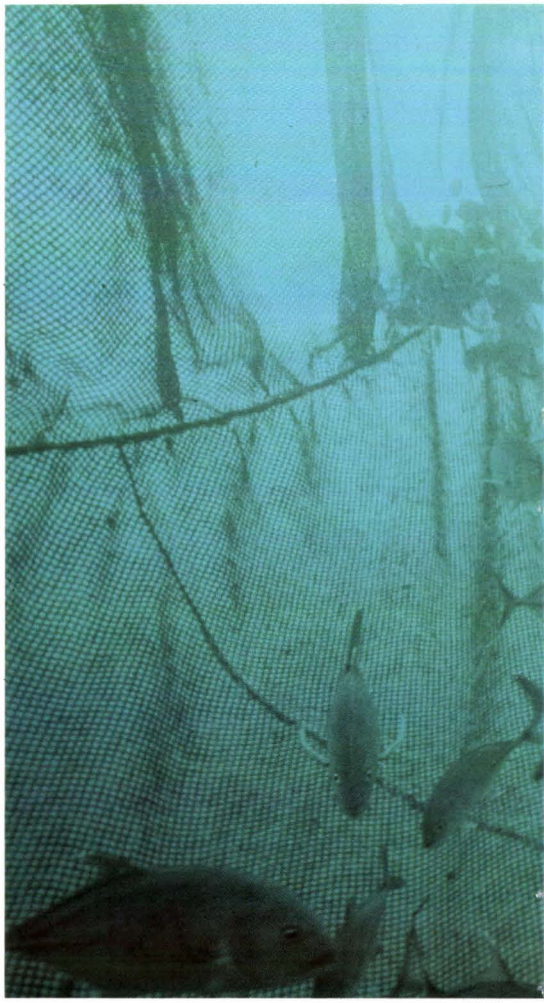
Cet article n'est donc en aucun sens une réponse à celui qu'il a publié, mais uniquement l'assemblage de remarques que sa lecture et celle de quelques autres documents ont fait surgir de ma réflexion. Elles émanent d'un biologiste qui depuis longtemps s'est préoccupé de la gestion rationnelle des ressources naturelles et de leur conservation.

Jusqu'il y a peu de temps, l'homme s'est contenté d'utiliser l'espace marin et ses richesses, tout comme ses ancêtres du Paléolithique. Il a exploité des productions naturelles. Il les a aussi surexploitées bien souvent, sans tenir compte des leçons des spécialistes familiers de la classique théorie des pêches, en prélevant des stocks de trop jeunes poissons n'ayant de loin pas encore atteint le niveau de la productivité optimale de leurs populations. Il en est résulté bien des désordres biologiques, plus encore des catastrophes économiques que traduisent l'effondrement des prises par effort de pêche et la baisse de la rentabilité commerciale des pêcheries. Mais tout cela ne restait encore qu'un simple prélèvement, excessif dans bien des cas, je le répète, du même type que celui de nos lointains ancêtres vis-à-vis de la faune sauvage terrestre.

Domestication du milieu marin

Et ne voilà-t-il pas que les choses changent en ce qui concerne le milieu marin ? Grâce aux techniques si diverses de l'aquaculture, l'homme va de plus en plus le *domestiquer*, du moins dans ses districts côtiers, les seuls vraiment accessibles dans un avenir prévisible. Et c'est bien sûr en même temps qu'apparaissent les dangers qui menacent toute transformation intempestive, celles que nous ne connaissons que de trop dans les milieux terrestres et qui ont ruiné une bonne partie de terres pourtant à vocation agricole à la surface du globe. On ne peut pas faire n'importe quoi, n'importe où et n'importe comment.

Alevins de saumon *coho* - Des travaux sont conduits sur le phénomène de smoltification : l'acquisition par le jeune saumon d'une livrée annonciatrice de sa migration vers la mer. *(Ph. Koïke - IFREMER).*



▲ **Cage flottante au Centre océanologique du Pacifique *(Ph. Claude Rives - Marina C.E.D.R.I. - IFREMER).***

Le premier risque réside en une eutrophisation du milieu, consécutive à la concentration des nutriments provenant des déchets et des fèces des poissons eux-mêmes comme de la décomposition des aliments qui leur sont apportés en excès. Nous connaissons déjà ce triste phénomène sur les terres, il faut l'éviter dans les eaux marines. Le danger n'est pas négligeable dans les zones côtières au sein desquelles on aura nécessairement modifié les flux de matières et d'énergie qui les parcourent.

L'emploi de granulés, comme nourriture dans les élevages, peut inquiéter le public peu averti qui manifeste quelques craintes quant à leur usage. On a connu la côte de porc qui sentait la farine de poisson et le fameux veau aux hormones. On a maintenant peur de la daurade aux granulés !

Que les gens se rassurent, car ces granulés sont des "aliments compo-

sés", dont la composition, d'ailleurs, est basée sur celle de la chair du poisson et qu'ils ont été mis au point par des laboratoires universitaires et de l'INRA, se penchant sur ces problèmes de nutrition des poissons. Rien à voir donc avec le veau aux hormones.

Il convient cependant d'en mesurer soigneusement l'impact écologique et il est primordial que les déchets des bassins d'aquaculture soient récupérés (comme c'est le cas aux Embiez) et utilisés pour produire un plancton de qualité ; plutôt que d'être rejetés dans le milieu marin. Des risques d'eutrophisation existent lorsque l'élevage est réalisé de manière intensive dans des bras de mer fermés (ex. : les fjords de Norvège).

Et puis ne va-t-on pas être tenté d'encourager la prolifération excessive de populations de poissons pour de simples motivations économiques, avec tous les dangers qu'elle représente ? On en connaît déjà de tristes exemples dans la gestion de quelques milieux lacustres. Il y va du maintien d'un sain équilibre démographique de vertébrés, qui reste soumis à des lois universelles. Les problèmes liés à la pathologie de groupements d'animaux trop denses sont encore plus inquiétants, car très difficiles à maîtriser d'une manière efficace.

Dangers des introductions

Enfin, on a déjà commencé à introduire loin de leurs lieux d'origine des espèces de crustacés et de poissons, tous, croit-on à tort ou à raison, assurés d'un meilleur avenir économique que celui de leurs homologues indigènes. Nul ne peut mesurer quel sera leur impact dans les milieux où ils sont introduits, en quelque sorte en captivité, et encore moins s'ils s'en échappent pour coloniser ceux demeurés sauvages.

De longue date, nous savons que toute introduction se traduit, soit par un échec, soit par la prolifération intempestive de l'espèce transportée dès qu'elle a envahi les terres ou les mers littorales. On se rappellera l'introduction du crabe chinois *(Eriocheir sinensis)*, voyageur clandestin dans les ballasts emplis d'eau d'un navire naviguant sur son lest d'Extrême-Orient en Allemagne vers 1912. Il s'est montré très nuisible par tous les traits de son comportement. Il est hors de doute que son introduction fut involontaire.

Mais ne risque-t-on pas de provoquer le même phénomène avec d'autres acclimatations, celles-ci parfaitement programmées, susceptibles de provoquer, elles aussi, de sérieux déséquilibres biologiques ?

Des précautions à prendre

Enfin, chacun des animaux transportés voyage avec son cortège de commensaux et de parasites, sans compter la flore microbienne du milieu aquatique où il trouve les conditions de sa survie. Il existe bien sûr des quarantaines et des mesures sanitaires précises, pas toujours rigoureusement observées. Je suis parfois effaré de voir le nombre de poissons exotiques arrivant en France, d'Amazonie ou de Malaisie, entre autres, nageant dans des liquides douteux, véritables bouillons de culture. Ils s'y trouvent en inquiétante compagnie de bactéries et de champignons, parmi lesquels quelques-uns sont peut-être prêts à proliférer dans nos eaux. Aucun accident majeur n'a été signalé jusqu'à présent. Ce n'est pas une raison pour n'y prendre garde.

A toutes ces menaces potentielles liées à l'aquaculture viennent s'ajouter celles que nous ne connaissons que trop bien : les pollutions d'ordre très divers, celles par les déchets pétroliers et le rejet en mer des eaux usées de bien des villes côtières. Elles sont tristement classiques et ne font qu'amplifier l'action des agents extérieurs.

Ce que j'ai dit ici ne va nullement à l'encontre des vastes projets d'aquaculture, basés sur de multiples techniques au bien-fondé desquelles je crois fermement. Ils sont chargés d'avenir. Je souhaite simplement attirer l'attention sur les précautions à prendre au début de cette aventure pleine d'espoir. C'est à nous qu'il appartient de ne pas les ruiner par d'intempestives et maladroites initiatives.

L'homme a dégradé des terres et bien des écosystèmes terrestres jadis florissants en les modifiant d'une manière contraire à leur vocation naturelle. Je souhaite ardemment qu'au moment où notre espèce fait irruption dans la mer et ses systèmes biologiques complexes, elle ait la sagesse de tenir compte de ses erreurs passées. ■

Jean Dorst

Récifs artificiels :

le Japon donne le ton

par Hubert J. Ceccaldi

directeur de laboratoire à l'Ecole pratique des hautes Etudes (Marseille) et de la Maison franco-japonaise (Tokyo)

Tous les plongeurs qui ont eu l'occasion d'examiner des épaves de bateaux ou, d'une façon plus générale, toutes les personnes qui ont pu, à la télévision par exemple, voir des films consacrés aux fonds sous-marins, ont été frappés par le fait que de nombreux poissons se trouvaient à l'intérieur et au voisinage de ces structures étrangères situées au fond de la mer et qui en modifiaient la topographie. Ces poissons ont été comparés par certains observateurs à des oiseaux voletant autour des arbres.

ILLUSTRATION CI-DESSUS - Structures en bois renforcées par d'autres en béton sur lesquelles on aperçoit des pêcheurs amateurs *(Ph. H. J. Ceccaldi).*

"On peut approximativement comparer un récif artificiel à un élément de forêt."

Est-ce que celà veut dire qu'il suffit d'ajouter sur les fonds marins un certain nombre de constructions artificielles pour que ceux-ci deviennent plus riches et produisent plus de poissons ?

Est-ce que celà veut dire que si l'on aménageait certains fonds marins avec des stuctures construites par l'homme, on arriverait à augmenter la production marine non seulement pour les poissons mais aussi pour de nombreuses autres espèces aux endroits où ces aménagements ont été réalisés ?

Est-ce que celà veut dire que l'on pourrait favoriser la présence d'un certain nombre d'espèces marines dans des zones où il serait alors plus facile pour les pêcheurs de venir les récolter, ce qui constituerait alors un premier pas vers un aménagement de plus en plus étendu géographiquement et une gestion de plus en plus évoluée des fonds marins ?

Voilà une série de questions nouvelles qui se posent aux aménageurs, aux scientifiques et aux techniciens, et qui ont donné lieu au cours de ces dernières années à un certain nombre de discussions, parfois passionnées, pour arriver à des notions originales concernant les aménagements des fonds marins par l'homme.

Quelques mots d'histoire

Depuis le Moyen Age, un certain nombre de pêcheurs japonais ont pris l'habitude d'installer, dans leurs zones côtières, des structures en bambou sur lesquelles les organismes vivants viennent se fixer et autour desquelles des peuplements de poissons se sont développés.

Ces travaux sous-marins sommaires et fort rudimentaires s'appuyaient sur des remarques très simples que de nombreux observateurs attentifs du monde de la mer ont déjà fait.

On sait, en effet, que des structures solides, installées juste au-dessous de la surface de l'eau, se recouvrent rapidement d'un certain nombre d'êtres marins qui vivent à l'état fixé sur des substrats solides, comme des algues, des éponges, des bryozoaires, des hydraires ou des mollusques par exemple.

La récolte du naissain, c'est-à-dire de la fixation de larves d'huîtres, de moules, dans les zones conchylicoles, par exemple sur des bouchots ou à la surface de tuiles chaulées, constitue une autre facette de ce phénomène qui se produit, bien entendu, dans toutes les mers.

Ainsi, des récifs artificiels en bambou sont installés, même actuellement, en régions tropicales comme dans les îles Philippines, par des artisans-pêcheurs. Beaucoup plus récemment, les sociétés industrielles et techniquement développées ont pensé réutiliser une partie des résidus de leurs industries, comme par exemple des pneus usagés, pour modifier la structure des fonds marins et augmenter de façon artificielle les surfaces solides disponibles sur lesquelles des organismes viendront se fixer.

Quelques principes

L'installation d'un support solide au fond de l'eau s'accompagne de façon absolument inévitable d'un certain nombre de phénomènes dont il s'agit de tirer parti lorsqu'on les connaît en détail.

Mise à l'eau de récifs en acier ***(Ph. H. J. Ceccaldi).***

Des informations plus précises et plus détaillées sur les récifs sont données dans les Actes du Premier colloque franco-japonais d'océanographie, tenu à Marseille. Ils peuvent être commandés à l'ADER-PACA, 85, rue Saint-Jacques, 13006 Marseille. Un tome entier de ces comptes rendus est consacré aux récifs artificiels.

"Il ne s'agit pas bien entendu de fabriquer des H.L.M. sous-marines."

Une surface vierge, qu'elle soit en béton, en terre cuite, en bois, en métal, en plastique, ou en d'autres matières de consistance solide, est, dans une première étape, recouverte par des bactéries. Bien que peu visible, ce phénomène n'est pas simple, car plusieurs populations de bactéries se remplacent successivement sur ces surfaces immergées.

Des larves planctoniques nageuses d'invertébrés marins viendront ensuite se fixer sur ce support. Dans la plupart des cas, ces larves viendront s'y métamorphoser, c'est-à-dire qu'elles passeront, au niveau même de ces surfaces, de leur phase pélagique à leur phase fixée ou benthique.

Elles y grandiront et deviendront adultes. C'est le cas d'un grand nombre de représentants de groupes zoologiques et botaniques comme nous l'avons vu précédemment.

Un filtre de particules

Ces organismes fixés, de très petite taille au départ, vont donc grandir en se nourrissant de particules vivantes ou mortes qui devront être filtrées, puisqu'elles sont en suspension dans l'eau, puis avalées, puis digérées afin que les animaux consommateurs puissent effectuer leur croissance.

On peut donc dire, dans une première approche, qu'un récif artificiel devra être conçu de façon à se comporter comme un filtre de particules de très grande taille, et comme un support et un intégrateur d'animaux, principalement des animaux filtreurs.

La quantité de particules par mètre cube d'eau n'est pas grande, mais les volumes d'eau de mer mis en jeu sont considérables et les courants côtiers en transportent de très grandes quantités.

Ces particules, de composition très variable, ont globalement des propriétés nutritives qu'utilisent les animaux filtreurs.

Par ailleurs, on peut approximativement comparer un récif artificiel à un élément de forêt.

Dans les deux cas, il s'agit, en effet, d'un aménagement réalisé par l'homme, qui modifie dans le sens d'une utilisation rationnelle et optimale un équilibre biologique possible dans une zone déterminée. En particulier, on peut y augmenter notablement la biomasse, c'est-à-dire la quantité de matière organique vivante, qui devient disponible pour servir de base à un réseau trophique.

On peut considérer par exemple un terrain naturel laissé à l'abandon sous un climat méditerranéen, sans aucune intervention de l'homme : il atteindra progressivement, s'il est laissé hors de toute culture, un équilibre qui sera le maquis ou la garrigue.

L'homme peut modifier cet équilibre en y plantant des arbres pour constituer des forêts d'où il pourra retirer du bois, des fruits, des produits divers, et, de plus, où il pourra aussi chasser le gibier qui est venu s'y installer.

De la même façon qu'une forêt va se constituer à partir du gaz carbonique de l'air et des sels minéraux du sol où elle pousse, la biomasse des récifs artificiels va se constituer à partir des mêmes éléments et des sels minéraux, comme les nitrates et les phosphates dissous dans l'eau de mer où ils baignent.

En effet, ce sont ces sels qui vont être à la base de la chaîne trophique, c'est-à-dire qui vont permettre l'existence et la croissance des végétaux benthiques d'une part, planctoniques d'autre part.

Si ces sels minéraux ne sont pas utilisés au niveau d'un récif artificiel , ils sont entraînés au large et serviront à la production planctonique éloignée des rivages, non utilisable par l'homme ni immédiatement, ni directement.

Construire un récif artificiel revient donc à mettre en place des structures solides sur lesquelles viendront se fixer des organismes vivants filtreurs : ceux-ci seront consommés par des poissons qu'il sera possible de venir pêcher à intervalles de temps réguliers.

Quelques fonctions des récifs

Les récifs servent d'abord d'abris à un certain nombre d'espèces d'animaux marins nageurs. La plus grande partie de ces animaux sont des poissons.

Récifs de protection des côtes. Préfecture de Niigata *(Ph. H. J. Ceccaldi).*

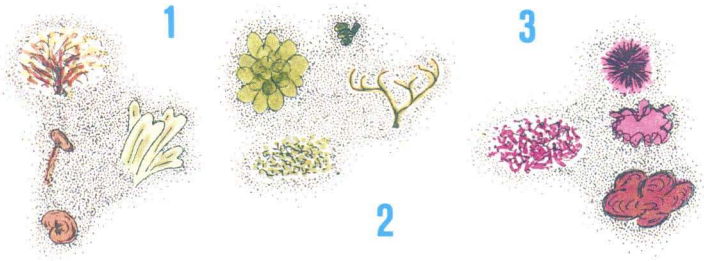
Tous les spectateurs des films de Cousteau *Le monde du silence*, se souviennent des mérous qui vivent en permanence dans des anfractuosités de rocher. Si elles sont multipliées de façon artificielle, les anfractuosités de tailles diverses favoriseront l'installation des mérous, aux différents âges de leur existence.

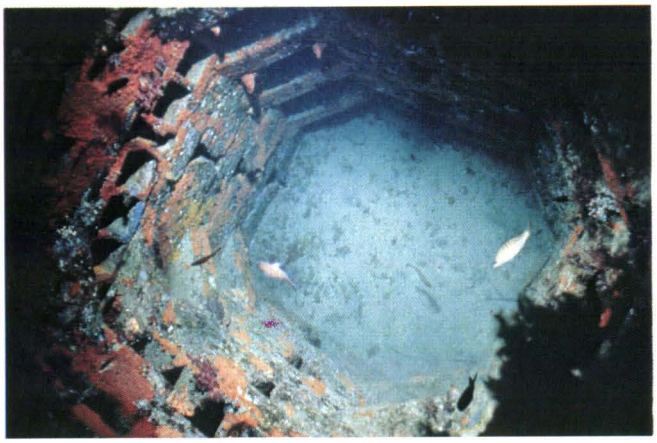
L'exemple de cette structure peut être adoptée et multipliée dans d'autres directions car, suivant la dimension des anfractuosités qui seraient installées au fond, suivant leur nombre et leurs formes, et suivant leur niveau de complexité, on favoriserait l'implantation préférentielle de telle ou telle espèce.

COLONISATION DE RÉCIFS

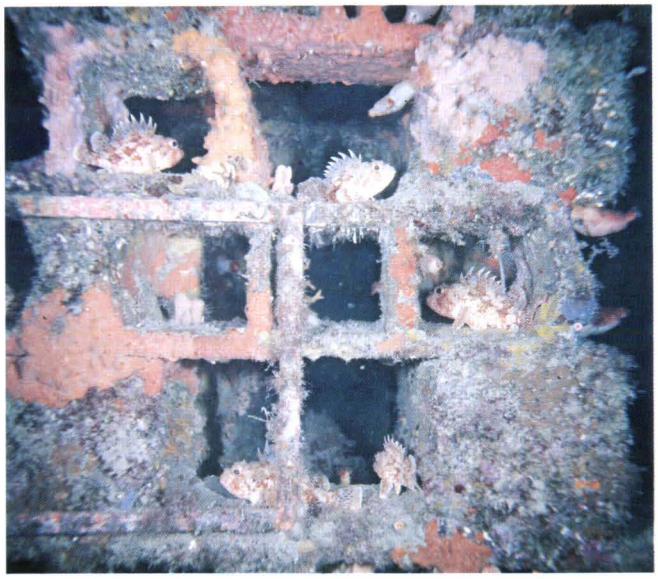
L'exemple de la réserve sous-marine de Monaco

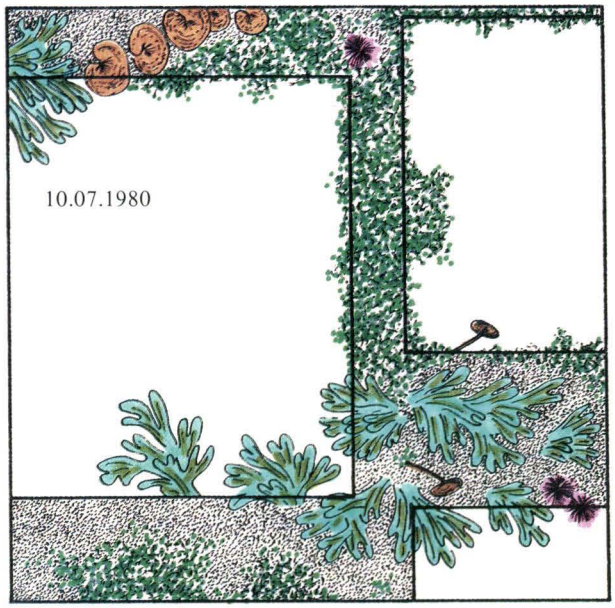
L'implantation de récifs artificiels présente un double intérêt : d'abord un accroissement des ressources naturelles (poissons et crustacés) ; ces structures constituent aussi de véritables *"laboratoires naturels"* qui permettent d'étudier leur colonisation par la faune benthique. C'est ce qu'illustre le schéma (ci-contre) de l'évolution du peuplement benthique (① algues brunes, ② algues vertes, ③ algues rouges) sur un récif alvéolaire en béton immergé à huit mètres de profondeur. Ce schéma a été obtenu par relèvements photographiques périodiques *(recherches réalisées par l'Institut de zoologie de l'Université de Gênes).*

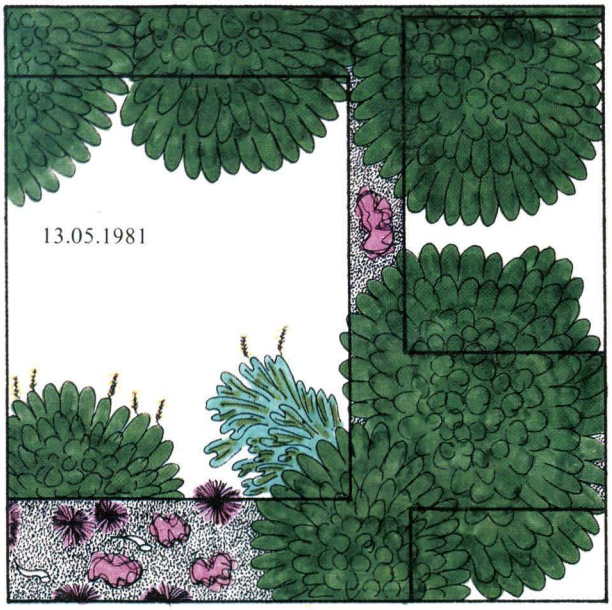


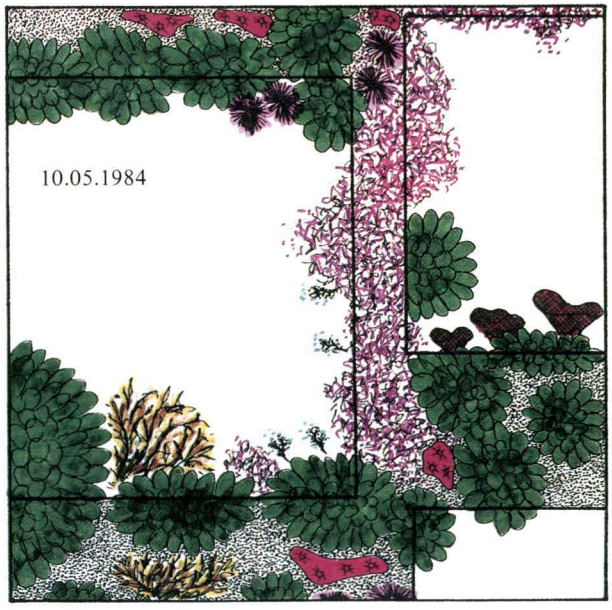


Récif de douze tonnes immergé a 28 mètres de profondeur. On distingue, ci-dessus, le puits central *(Ph. Jean-Norbert Monot et Roberto Pronzato et Association monégasque pour la protection de la nature).*









Le jeu de ces différents volumes disponibles doit être étudié avec le plus grand soin si l'on veut arrêter au niveau des récifs un certain nombre d'espèces que l'on aura choisies à l'avance et si l'on veut assurer leur développement. Il ne s'agit pas, bien entendu, de fabriquer des H.L.M. sous-marins. Les notions biologiques d'occupation du territoire, qui correspondent aux animaux marins en particulier dont la présence demande des structures de tailles différentes, interdit une trop grande modularité des structures installées.

De plus, la répartition dans l'espace de ces volumes, de ces anfractuosités et de ces micro-grottes doit être conçue dans trois dimensions, suivant des topologies qui correspondent à la biologie des espèces à favoriser.

De multiples fonctions

C'est dans cette direction que devront se développer, par exemple, des études plus fines sur le comportement des poissons dans le milieu marin vis-à-vis des structures artificielles.

Les récifs doivent également jouer un rôle très important pour faciliter la ponte d'un grand nombre d'organismes nageurs ou benthiques. Ainsi, on sait qu'un certain nombre de calmars pondent au-dessous de surfaces dures et plates, que celles- ci soient naturelles ou artificielles.

On peut, dès lors, par une implantation de surfaces artificielles, judicieusement disposées, améliorer notablement le recrutement des espèces que l'on aura choisi de favoriser.

A la limite, on peut constituer ou reconstituer de véritables aires de pontes et de nourriceries artificielles s'appuyant sur le comportement des organismes qui vivent dans la zone considérée.

On peut aussi penser accroître la protection d'un certain nombre d'espèces qui vivent sur des surfaces dures en leur proposant des creux de tailles diverses. A l'intérieur, elles pourront vivre et se reproduire à l'abri des prédateurs potentiels qui sont, hélas, toujours et partout présents.

Le récif artificiel va avoir une autre fonction. Il va ralentir les courants marins au niveau du fond et il va donc modifier la sédimentologie, en particulier derrière lui, quand on se place face au sens des courants sous-marins. Chaque récif provoque la formation d'un véritable sillage et les caractéristiques du sol sous-marin au niveau de ce sillage vont être modifiées après son installation.

Les peuplements des animaux qui vivent dans le sable vont également être modifiés. En conséquence, les poissons qui se nourrissent des organismes vivant dans le sable ne vont plus être les mêmes. L'aménagement judicieux de récifs dans des zones sableuses a permis, dans certains cas, une augmentation notable du nombre de poissons plats et de leur capture.

Une autre fonction doit être envisagée : la fonction de protection des fonds. En effet, les zones dans lesquelles on a pu installer des récifs de grandes tailles et mécaniquement très résistants, sont protégées des dégâts, souvent irrémédiables, causés par de trop fréquents chalutages. Il n'est pas question, bien entendu, d'interdire aux chalutiers de travailler et aux pêcheurs de gagner leur vie. Mais les pêcheurs savent, eux-mêmes, qu'il est indispensable de conserver dans un état aussi proche que possible d'un état naturel des surfaces importantes de fond marin à partir desquelles devront se reconstituer les populations marines naturelles.

De ce point de vue, les récifs artificiels et les parcs naturels protégés doivent être installés en étroite coopération et en symbiose. Le rôle de l'un et de l'autre se renforcent mutuellement.

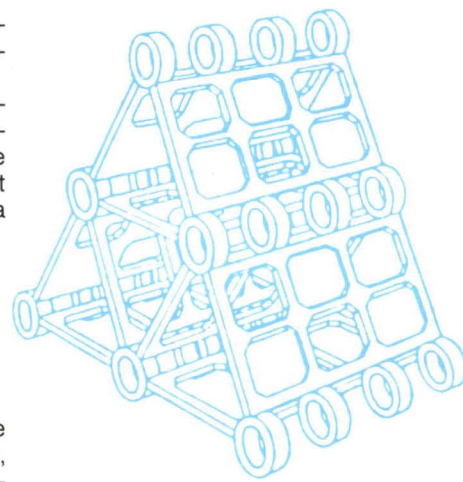
"Au Japon, au cours de ces sept dernières années, les installations de récifs ont été effectuées au rythme de dix mille hectares par an."

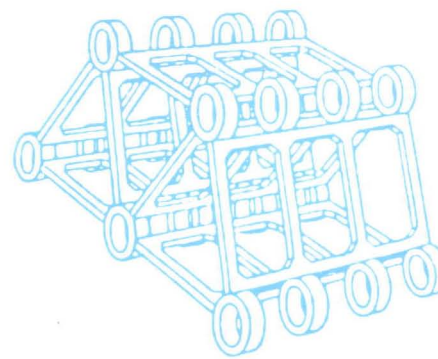
Quelques exemples

Le pays qui a le plus investi dans les installations de récifs artificiels est incontestablement le Japon. On sait que ce pays est le premier pêcheur, le premier consommateur et le premier importateur du monde des produits de la mer.

Autrefois, les flottes de pêche japonaises travaillaient dans tous les océans et toutes les mers du Globe. Aujourd'hui, l'interdiction de pêche dans les zones économiques fixées à deux cents milles a interdit aux Japonais de nombreuses zones de pêche productives traditionnelles. Leurs autorités ont donc été contraintes d'effectuer progressivement un aménagement de leur propre zone économique côtière.

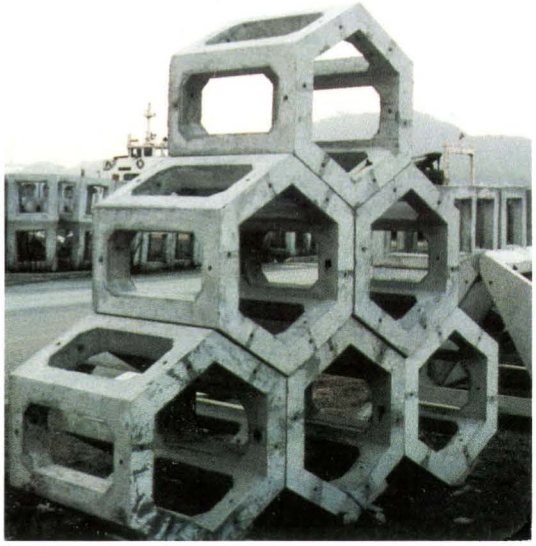
Dans cette perspective, à côté d'une exploitation raisonnée des peuplements naturels de poissons comestibles, à côté du développement de l'aquaculture extensive et intensive, à côté de la multiplication d'accords économiques avec des pays situés principalement dans le Sud-Est asiatique, les autorités japonaises ont développé depuis une dizaine d'années un très im-





Récif *"JUMBO"*
Il a été observé que plus la structure du récif est complexe, plus celui-ci attire et fixe les poissons.

Différents types de récifs artificiels : cubiques, sphériques ou hexagonaux, adaptés à la colonisation de poissons *(Ph. Dee Kammon, Querellou).*



portant programme d'implantations de récifs artificiels au voisinage immédiat de leurs côtes.

Ceux-ci sont, la plupart du temps, fabriqués en béton armé, mais on en trouve également en acier, en matière plastique ou encore en matériaux composites.

Au cours de ces sept dernières années, les installations de récifs ont été effectuées au rythme de dix mille hectares par an. L'installation de récifs au cours des sept prochaines années a pour objectif l'implantation de vingt mille hectares par an. De telles installations continueront à favoriser la fixation d'une énorme biomasse à l'échelle régionale.

Certains récifs permettent même, selon le cas, d'orienter des courants côtiers, ce qui est une étape de plus dans l'aménagement, en particulier quand certains récifs mesurent plus de deux cents mètres de long et que leur hauteur est celle d'un immeuble de trois à quatre étages.

Une complémentarité avec le monde de la pêche est recherchée aussi souvent que possible, soit avec des artisans, soit, le plus souvent, en accord avec des coopératives de pêche. Celles-ci, dans la grande majorité des cas, cofinancent les constructions, avec les autorités régionales, départementales, gouvernementales, voire parfois privées.

Il existe aussi des récifs sur lesquels des pêcheurs amateurs ou des plongeurs viennent évoluer.

La plus grande partie des préfectures japonaises possèdent leurs ateliers de construction, leurs barges spécialisées, leurs équipes qui ont acquis une grande expérience dans l'implantation des récifs sous-marins.

La construction de ces structures, souvent très importantes, permet d'entretenir une certaine activité industrielle et économique, par exemple en donnant du travail supplémentaire aux usines métallurgiques et aux cimenteries.

Les Japonais ont, jusque-là, déposé des brevets pour cent trente modèles de récifs dont les fonctions sont, en principe, différentes les unes et les autres.

Les études sur la rentabilité de ces récifs sont faites en permanence dans les meilleurs cas. Les récifs artificiels les plus productifs permettent de récolter une dizaine de kilogrammes de poissons par an et par mètre cube investi. La durée de vie, donc son amortissement, est estimée entre vingt- cinq à trente ans.

Pragmatisme, d'abord

La logique japonaise veut qu'il soit préférable de construire, sans conclusion préétablie, des récifs diversifiés et d'acquérir ainsi de l'expérience, de façon pragmatique plutôt que de trop se fier à des modèles théoriques, établis trop à l'avance afin de tenter de montrer ou de prouver leur rentabilité .

Il est possible que la fonction principale d'un récif artificiel soit d'attirer le poisson plutôt que d'augmenter la production de la zone où est installé le récif. Il y a un débat entre spécialistes à ce sujet. Mais il est certain que lorsqu'une énorme biomasse est fixée dans une zone sous-marine, un recyclage de cette matière organique en place se produit inévitablement dans la zone considérée.

On peut admettre que si les sels nutritifs n'avaient pas été retenus au niveau du récif, ils auraient été perdus en étant repartis vers le large, entraînés par les courants marins.

En France, plusieurs essais ont été réalisés et sont en cours : par exemple dans le parc régional de La Ciotat, dans le parc de la Côte Bleue, dans la réserve de Monaco, au large de Nice, en Languedoc-Roussillon et dans d'autres régions de la zone littorale française qu'il serait trop long de détailler ici.

On doit souligner que les chercheurs français ont acquis dans ce domaine beaucoup d'expérience et beaucoup de nouvelles notions théoriques.

C'est le cas des spécialistes de l'analyse des récifs tropicaux, et celui des spécialistes des organismes benthiques sessiles qui se fixent sur des substrats durs au fond de l'eau. Nul doute que des structures intéressantes mises en place dans un avenir plus ou moins éloigné leur permettront de poursuivre leurs passionnants travaux.

Il faut noter aussi que de nombreux pays s'intéressent à ce problème. Une conférence internationale sur ce sujet s'est tenue à Miami en novembre 1987 et une vingtaine de pays y ont participé, avec des niveaux de compétence très variés.

Comme on le voit, le sujet des aménagements côtiers constitue le centre d'intérêt d'un grand nombre de chercheurs, de spécialistes de la mer et il pose des problèmes concrets aux décideurs de tous les pays.

Et plus tard ?

Comme souvent dans le domaine marin, il est très vraisemblable que ce sont les Japonais qui donneront le ton général de l'évolution de ce secteur.

Un programme national de grande envergure, dénommé *Marinovation*, fait une place non négligeable aux installations des récifs. Ces notions sont capitales pour le futur de nos écosystèmes marins, pour celui des aménagements côtiers de grandes dimensions ainsi que pour la gestion du littoral et des ressources marines côtières.

Des intéractions avec l'aquaculture sont également prévues. En rejetant un grand nombre de post- larves au niveau des récifs, provenant de grosses écloseries, on doit poursuivre des expériences de grandes dimensions. La modification régionale des courants côtiers qui peut provoquer localement, à des niveaux divers, des changements des caractères des eaux, donc de leur productivité, donnera lieu également à des expériences de grande envergure.

La construction, sur les côtes japonaises, d'îles artificielles, comme celle qui est en cours au large d'Osaka pour l'aéroport du Kansai - où Aéroport de Paris vient de se tailler un beau succès - donneront lieu aussi à des implantations sous-marines de structures artificielles qui serviront aussi bien à la protection qu'à la production.

L'identification des espèces marines qui vivent à l'intérieur et autour des récifs, en particulier des poissons, grâce à des sondeurs immergés, ou de caméras sous-marines de télévision, doit nous permettre, dans un avenir raisonnable, de mieux identifier les ressources disponibles qui s'installeront au niveau des récifs.

D'autres types de récifs liés de façon étroite à des rejets contrôlés d'effluents urbains ou industriels, purifiés, ou de composition hydrologique déterminée, sont actuellement en cours d'étude.

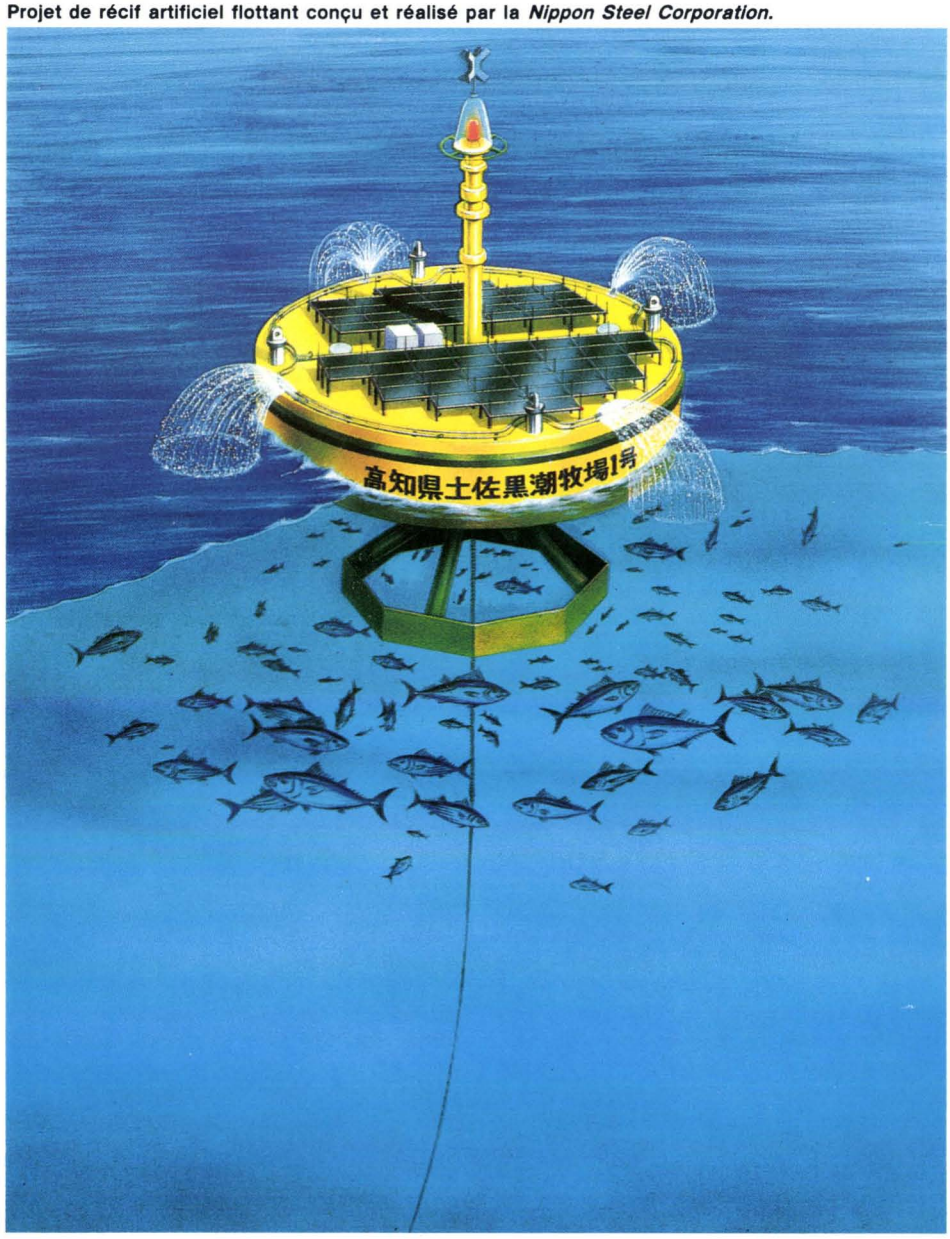
Enfin, d'autres récifs plus élaborés, comme les récifs flottants, utilisant l'énergie solaire ou encore des récifs susceptibles de produire des substances attractantes pour attirer certaines espèces de poissons font également partie des projets en cours d'étude.

Ces récifs très particuliers ont pour rôle de rassembler des poissons pélagiques ou à comportement grégaire, de façon à pouvoir les pêcher plus aisément.

Gageons que, dans ces voies nouvelles, une grande partie des recherches scientifiques fondamentales et techniques se développeront dans un avenir proche pour le plus grand bien de la protection du milieu marin.

Hubert J. Ceccaldi

Projet de récif artificiel flottant conçu et réalisé par la *Nippon Steel Corporation*.



La Grande Barrière de corail sous haute surveillance

par Marie-Christine Huau
Ingénieur - Institut national agronomique (Paris)

Inscrite depuis 1981 au patrimoine mondial des merveilles naturelles de l'UNESCO, la Grande barrière de corail constitue un gigantesque édifice vivant sous-marin qui s'étend sur plus de deux mille kilomètres, tout au long de la côte nord-est de l'Australie. Contrairement à ce que laisse entendre son nom, elle n'est pas un récif barrière au sens où l'entendent les géophysiciens. C'est une immense association d'archipels coralliens affleurant quelquefois la surface des eaux limpides et profondes de l'océan Pacifique.

ILLUSTRATION CI-DESSUS - Vision féerique de la Grande Barrière : au premier plan, on distingue des coraux massifs (les *"Cerveaux de Neptune"*) qui enveloppent un magnifique *Antedon* ou Comatule *(Ph. Marie-Christine Huau).*

Construit au cours des siècles et des siècles par des milliards de polypes de madrépores, ce paradis est un véritable jardin fleuri, et il abrite une telle réserve de richesses qu'il en fait l'éden des plongeurs.

Plus de deux mille cinq cents récifs de corail, mille cinq cents espèces de poissons, mille espèces d'éponges et quatre cents espèces de coraux ont été déterminés, sans compter une trentaine d'épaves de navires qui constituent d'étonnants récifs artificiels sous la mer.

Un gigantesque édifice vivant sous-marin

Ce monde complexe est un espace nourricier très riche par son capital écologique, touristique, économique et scientifique.

Il n'en demeure pas moins un milieu fragile qui est aujourd'hui placé sous haute surveillance scientifique et confié à la Great Barrier Reef Marine park authority (G.B.R.M.P.A.).

Cet organisme public, créé en 1975, assure une garantie absolue pour la protection et la sauvegarde de cet écosystème vivant unique au monde, qui est malheureusement toujours menacé par la pollution due à l'homme et aussi par une nuisance naturelle, si la vigilance des scientifiques se relâche...

L'Institut des sciences marines (A.I.M.S.), l'un des centres de recherche fondamentale en milieu marin les plus perfectionnés au monde, développe une série de programmes pour la découverte et la compréhension des multiples phénomènes que renferme la Grande barrière. Doté des matériels scientifiques les plus élaborés et équipé de quatre navires de recherche, l'A.I.M.S. accueille de nombreux chercheurs pluridisciplinaires, de toutes nationalités.

Savants ou jeunes chercheurs diplômés des meilleures universités vivent et travaillent côte à côte, sur le terrain en plongée et en laboratoire, pour lever le voile sur quelques-uns des mystères de l'un des plus riches écosystèmes biologiques de la planète.

Les premiers résultats se révèlent chaque jour pleins de promesses. C'est ainsi qu'après cinq années d'études, les chercheurs ont pu observer la vie sexuelle simultanée des polypes de coraux.

En une nuit, cinq ou six jours après la pleine lune d'octobre, des milliards

La Grande Barrière de corail borde la côte nord-est de l'Australie.

d'oeufs de coraux surgissent à la surface des eaux et transforment en un instant le bleu turquoise de l'océan en rose pourpre. Dans ce ballet féerique sous-marin, le cycle de vie s

La pharmacologie des mers

A l'A.I.M.S., les chercheurs préparent aussi la pharmacie de l'an 2000, communément appelée la pharmacologie des mers. Les coraux mous sécrètent un étonnant arsenal d'armes chimiques, de poisons et de toxines. De nombreux composés organiques actifs utilisables en pharmacologie ont ainsi pu être isolés. La dernière découverte en date est l'isolement d'une substance émise par les coraux affleurant la surface de l'eau. Ce produit synthétisé, qui protège des rayons ultraviolets, devrait bientôt constituer la base d'une crème solaire aux vertus révolutionnaires.

Le cancer du corail

L'industrie pharmaceutique s'intéresse également aux armes chimiques de l'*Acanthaster Planci*, Crown of thorns starfish, cette étoile de mer plus connue pour ses effets destructeurs et dévastateurs sur le corail. Les scientifiques considèrent cet échinoderme comme le véritable cancer du corail.

Il y a quelques années, l'équilibre de la vie du Reef, comme l'appellent les Australiens, courait un immense danger. Les attaques mortelles et répétées de l'*Acanthaster* constituaient une sérieuse menace pour la survie des coraux. Cette redoutable étoile de mer, de soixante centimètres de diamètre, et dont on sait que la femelle fécondée pond de douze à vingt millions d'oeufs, s'attaque à la carapace calcaire du corail qu'elle phagocyte sur des dizaines de kilomètres carrés.

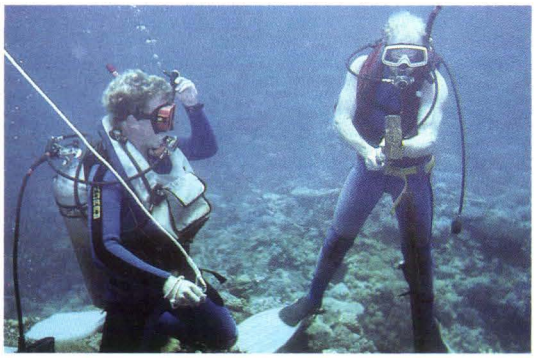
En deux ans, sur certains récifs, jusqu'à trente-cinq pour cent du corail est mort, littéralement dévoré par l'échinoderme.

Face à cette menace naturelle, le gouvernement australien a lancé une campagne d'études confiée à l'A.I.M.S. sous la direction de Peter Moran.

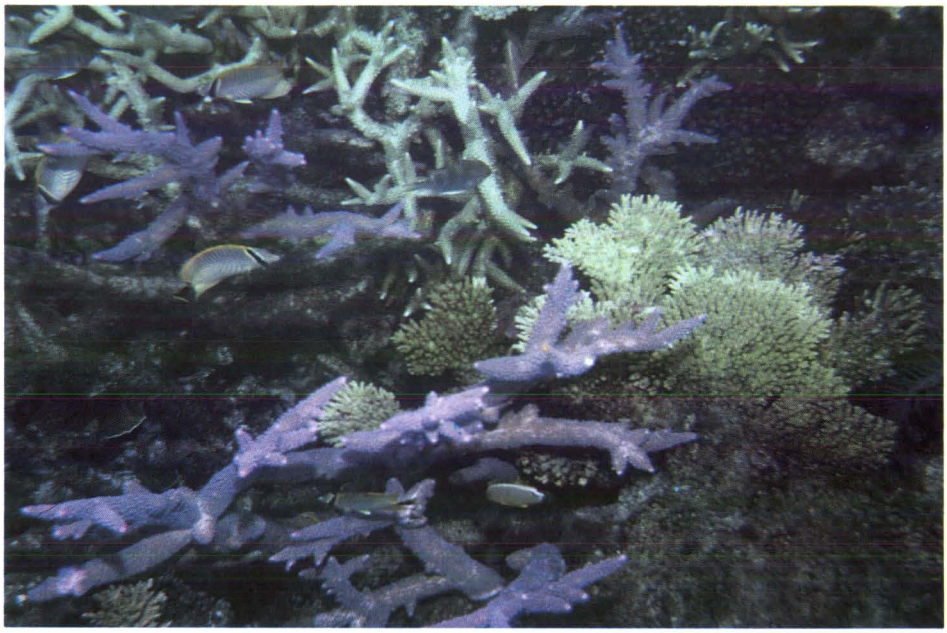
"Une substance émise par les coraux affleurant la surface de l'eau, devrait bientôt constituer la base d'une crème solaire aux vertus révolutionnaires."

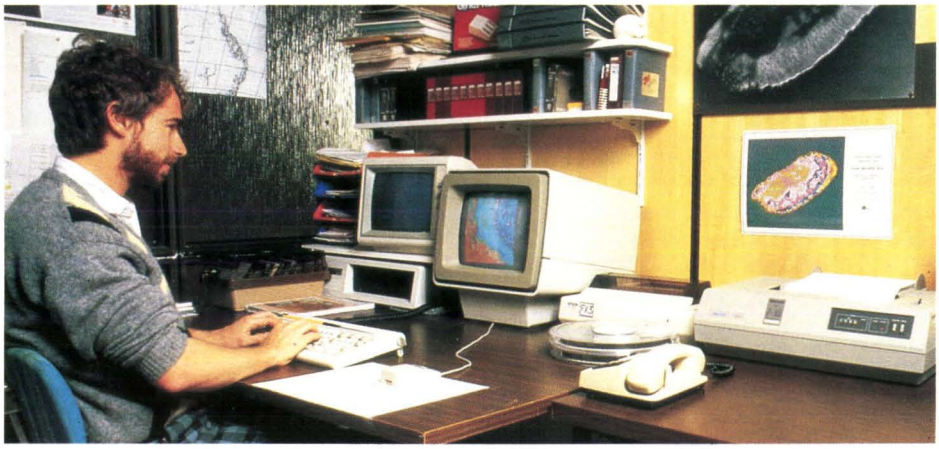
◀ **L'étoile de mer *"Acanthaster Planci"* en train de "ronger" un massif corallien. A gauche, des *Millepora* urticantes ; à droite, le manteau richement coloré d'un Bénitier *(Ph. M.-C. Huau).***

Des scientifiques en cours de prélèvements d'échantillons de corail (Ph. M.-C. Huau). ▶



Association corallienne du genre Acropora* fréquentée par des poissons de récifs multicolores *(Ph. M.-C. Huau). ▼





Laboratoire de traitement des images satellites à l'Institut des sciences marines (A.I.M.S.) situé près de la ville de Townsville (Queensland) ***(Ph. A.I.M.S.).***

Suivi par satellite

Vue l'étendue du phénomène sur l'ensemble du Reef et afin d'en suivre avec attention et précision tous les mécanismes et conséquences, un groupe de chercheurs de l'A.I.M.S. auquel j'étais associée, sous la direction du docteur Russel Reichelt, a mis au point un système d'observation et d'analyse des récifs de la Grande barrière en utilisant les images satellites.

Réalisées avec le capteur C.Z.C.S. (coastal zone color scanner) du satellite Nimbus-7, outil idéal pour étudier la vie marine puisqu'il enregistre les teintes de la mer, les images sont stockées depuis 1972, sur l'ordinateur. Puis elles sont transformées au moyen d'un puissant logiciel et leur interprétation rapide permet de suivre l'évolution temporelle et spatiale de la disparition des espèces coralliennes.

Traversant les couches de l'atmosphère, les images brutes envoyées par les satellites sont tout d'abord corrigées pour tenir compte des effets déformants, d'une part de nature atmosphérique, telle que l'absorbance par les nuages, la distorsion due à la forme sphérique de la Terre, ou pour traiter d'autre part, les effets propres à la Terre tels que la correction des hauteurs d'eau due aux variations de marées.

L'image corrigée obtenue peut alors être traitée et interprétée. Converties en valeurs numériques, appelées des pixels, micropoints représentant chacun des rectangles de soixante sur quatre-vingts mètres de surface au sol, les images sont digitalisées et regroupées en classes de couleurs arbitraires, chaque couleur rassemblant les pixels ayant la même valeur spectrale.

Le traitement des données utilise ainsi les propriétés optiques de l'eau au niveau de l'interface océan-atmosphère. L'eau diffuse l'énergie solaire et la présence de matière modifie cette diffusion en fonction de ses propriétés absorbantes et diffusantes, spécifiques de chaque matière identifiée.

On peut alors construire des algorithmes utilisables pour l'interprétation des images qui apparaissent comme de véritables cartes en fausses couleurs sur lesquelles les phénomènes sont observés avec toutes leurs nuances. Il reste à confronter ces observations sur le terrain par des relevés *in situ* par quinzaine, ceci afin d'assurer la cohérence des résultats et la véracité des données satellites.

naturel des événements du cycle de vie marine et que l'amorce de l'arrêt de cette pollution naturelle a déjà débuté.

L'équilibre de cet écosystème marin complexe est très bien réglé ! Et la mort de la Grande barrière de corail australienne par l'invasion sauvage de la géante étoile de mer, même si elle a été annoncée par des journaux australiens, n'est pas encore pour demain...

A l'exemple de ce programme de recherche sur le suivi d'une pollution naturelle et sur la reconnaissance des plantes et coraux qui habitent la mer, les satellites constituent un outil plein de promesses pour aider les océanographes dans leurs investigations.

L'espace se met au service de l'océan... Mais la guerre des satellites serait-elle déclarée devant l'extraordinaire potentiel de richesses des informations stockées que fournissent les cartes prises par les satellites ?

Elles peuvent non seulement renseigner à l'échelle du Globe en examinant, entre autres, la surface des mers, leur dynamique, leur profondeur, la qualité des eaux et leur potentiel alimentaire marin, mais elles peuvent également fournir des données à moyenne ou petite échelle telles que le repérage de tout déséquilibre biologique ou toute forme de pollution, ou bien encore le zonage des bancs de poissons.

On sait que les satellites peuvent enregistrer les teintes de la mer dues à la concentration chlorophyllienne du plancton, premier maillon de la chaîne alimentaire océanique et principal paramètre indicateur pour la pêche.

"La disparition du corail peut être suivie en continu avec précision."

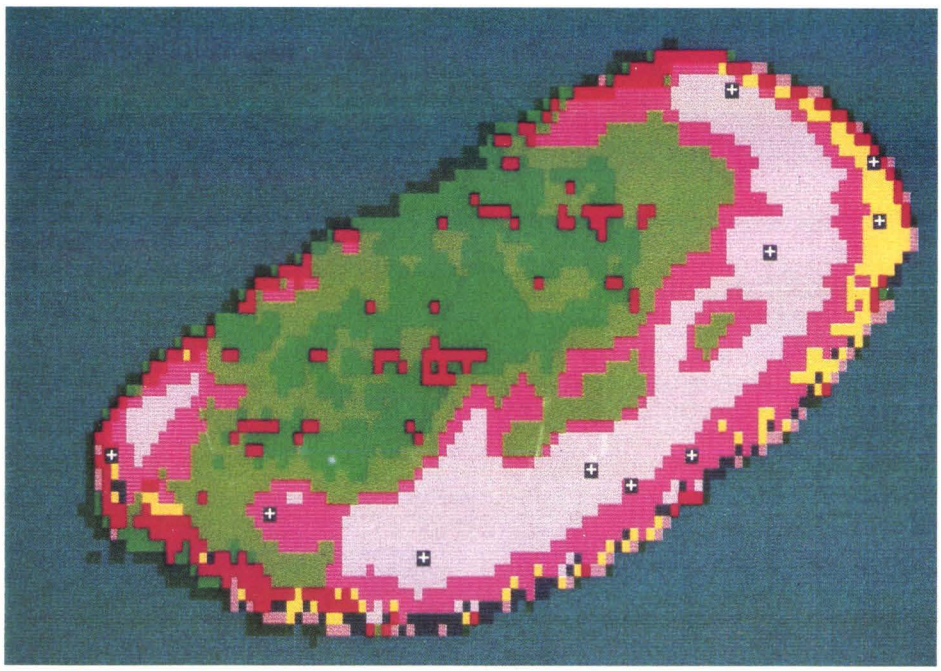
Les coraux vivants n'ayant pas la même valeur spectrale que les coraux morts, la disparition du corail et l'étendue de son phénomène peuvent être suivies en continu avec une très grande précision.

Aujourd'hui, les résultats apportent la confirmation que l'étoile de mer est bien le principal agent destructeur du corail sur le Reef.

Mais, si cette menace semblait très sérieusement inquiéter les scientifiques qui voyaient là un phénomène de destruction irréversible, il apparaît aujourd'hui que celui-ci s'inscrit dans l'ordre

Cette application de la télédétection, qui permet une meilleure gestion contrôlée des pêches, intéresse au plus haut point les gouvernements concernés. Américains, Canadiens et Japonais se sont déjà engagés dans cette voie.

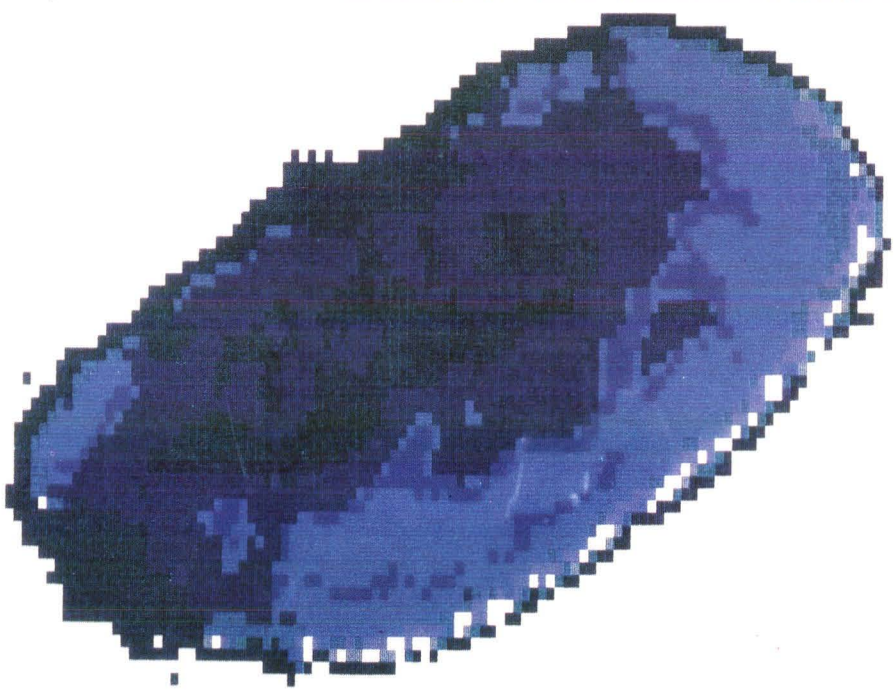
Les Français y concentrent aujourd'hui leurs efforts avec le succès du lancement des satellites Landsat et Spot. Quant aux Australiens, ils viennent d'en faire leur priorité dans la région de la Grande barrière de corail et dans tout le Pacifique Sud.



Cartographie des différentes espèces coralliennes du récif. Chaque couleur représente une espèce ayant la même valeur spectrale *(Ph. A.I.M.S.).*

Etoile *Acanthaster* sur un platier corallien *(Ph. M.-C. Huau).* ▶

Suivi du développement et de l'étendue de la nuisance engendrée par l'étoile *Acanthaster.* Les carrés blancs (pixels) représentent les coraux morts, les carrés bleus sur le reste du récif, les coraux vivants. L'attaque se fait par la périphérie du récif *(Ph. A.I.M.S.).*



En associant les données climatiques, les images satellites et les données locales des pêcheurs, les Australiens seront bientôt en mesure de fournir la météo des pêches en prédisant en fonction du temps, des courants de marées et des zones à haute prolifération phytoplanctonique, la localisation des bancs de poissons dans une zone déterminée.

Un autre défi

Le défi est lancé avec les efforts de l'équipe du docteur Russel Reichelt de l'A.I.M.S., portés sur le suivi des bancs de poissons volants et d'espadons marlins (billfish et baitfish) dans la région de Townsville, située au milieu de la Grande barrière.

La pêche par satellite pourrait bien être à l'origine d'un véritable tournant économique pour les populations vivant essentiellement des ressources vivrières de la mer, mais également pour les pays de l'Europe en Atlantique Nord, et pour l'ensemble des Territoires du Pacifique Sud, en dépit d'une guerre commerciale d'achat des images satellites.

A l'aube du troisième millénaire, les satellites sont de plus en plus nombreux à graviter au-dessus de nos têtes pour observer le Globe.

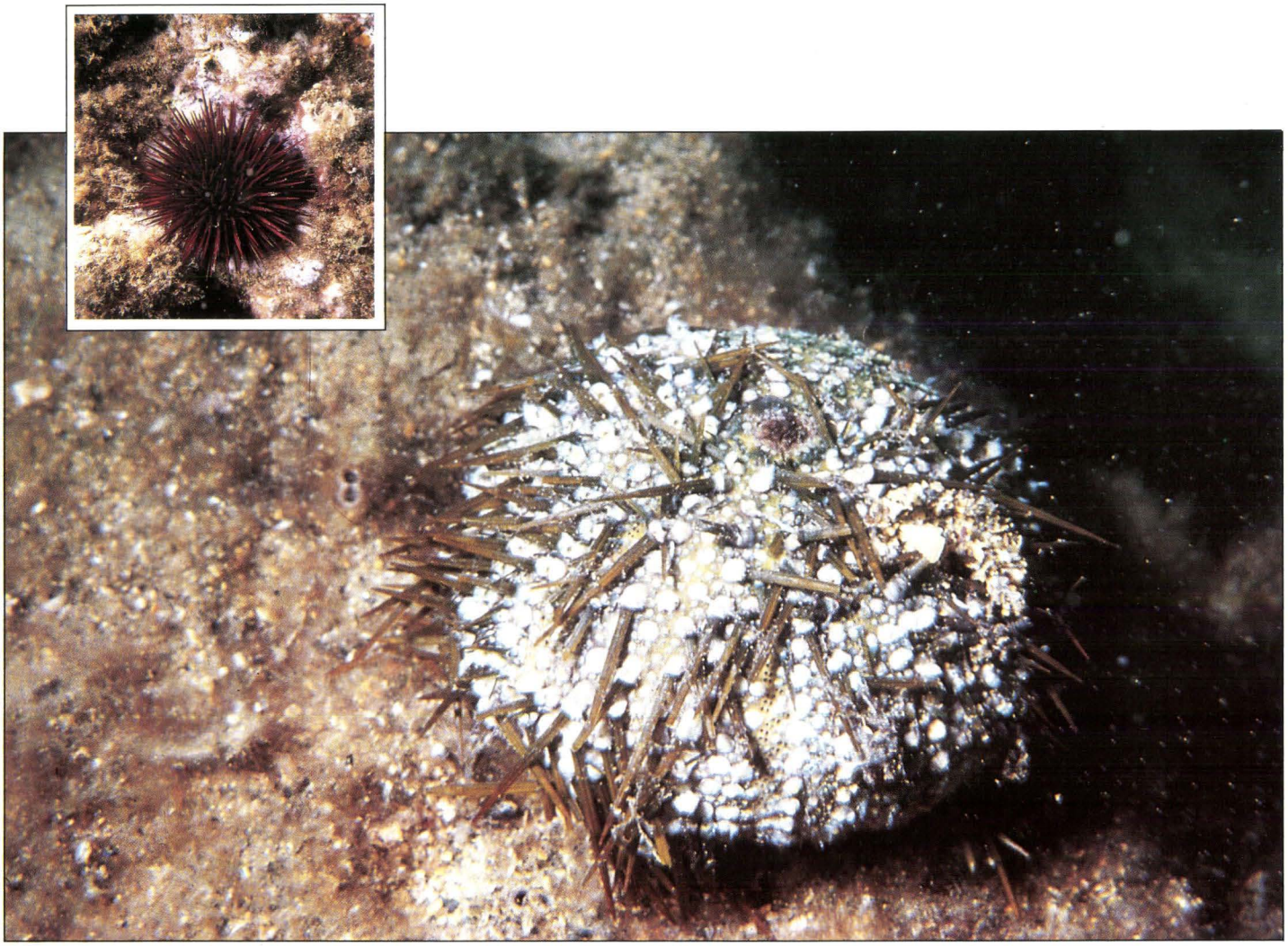
La mise en valeur des océans par l'espace serait-elle l'amorce d'une nouvelle façon d'appréhender le monde et d'une nouvelle chaîne économique riche et audacieuse ?

L'océan, trop longtemps considéré comme la poubelle de la terre et pourtant doté d'un important potentiel de richesses de toutes natures, se verra-t-il préservé et exploité avec modération ?

Si les satellites de l'espace assurent leur vrai rôle de haute autorité informatisée, chargée de la surveillance et de la santé des océans en aidant à la maîtrise efficace et à la gestion rigoureusement contrôlée du milieu marin, alors les océanographes pourront peut-être bien étudier, demain, l'océan, les pieds au sec...

A l'exemple de l'Australie qui a pris conscience des trésors qu'abrite la mer et qui commence à cultiver avec art et sagesse son jardin aquatique, laissons reposer notre Terre... et sachons découvrir, protéger et reconnaître les richesses de l'autre face du monde considéré par les Anciens comme une planète : l'Océan...■

Marie-Christine Huau



Menaces sur les populations d'oursins

par Henry Augier

Maître de conférences à l'Université d'Aix-Marseille II
Directeur du Centre d'études, de recherches et d'informations sur la mer et du laboratoire de biologie marine fondamentale et appliquée

S'il est un constat approuvé par tous, depuis les vacanciers et les amateurs du dimanche jusqu'aux pêcheurs professionnels, en passant par les biologistes marins et les organismes officiels, c'est bien celui de la régression inquiétante des populations d'oursins !
La menace qui pèse sur cette ressource traditionnelle de notre littoral a suscité récemment une prise de conscience générale (1) qui devrait déboucher sur des actions concrètes. Mais la mise en oeuvre des mesures de sauvegarde de ces Echinodermes passe obligatoirement par la connaissance des causes exactes de leur déclin.

ILLUSTRATIONS CI-DESSUS - La maladie des *"oursins chauves"* entraîne la perte progressive des piquants. En médaillon, un oursin comestible sain *(Ph. Goude et B. Rothan).*

De nombreuses données scientifiques et techniques existent à ce sujet, mais certaines sont mal connues, d'autres sont discutées, notamment en ce qui concerne leur part respective de responsabilité, chaque partie prenante ayant tendance à attribuer aux autres la cause principale. Cet article de synthèse a comme objectif essentiel de faire le point sur cette question qui sera débattue au VIe séminaire international consacré aux Echinodermes (2).

Le saccage des habitats

Les dragages, les décharges de terre, de déblais et autres gravats, les constructions de terre-pleins, parkings, plages alvéolaires, quais, digues, marinas, ports gagnés sur la mer, et les restructurations de rivage qui englobent tout ou partie de ces aménagements ont un impact considérable sur notre littoral. Les bilans effectués par Meinesz et Lefèvre, de 1976 à 1982, font état de cent soixante-dix restructurations importantes pour la seule région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, ce qui correspond à une surface totale de trois mille trois cent dix-neuf hectares. Pour en mesurer l'ampleur, disons que la surface couverte par ces aménagements est équivalente à la surface totale des fonds situés de la surface à dix mètres de profondeur pour l'ensemble du département des Alpes-Maritimes (trois mille deux cent douze hectares) !

La conséquence directe de ces restructurations, notamment lorsque les ouvrages sont gagnés sur la mer, est une destruction totale et pratiquement irréversible de la flore et de la faune benthiques par ensevelissement sous les matériaux rapportés ou construits ou leur éradication par creusement des plans d'eau et des ports. Ces destructions sans retour s'accompagnent souvent de perturbations plus ou moins graves des conditions de vie au voisinage des ouvrages et même parfois dans un rayon important, par la turbidité et la pollution engendrées au cours de la construction ou du fonctionnement des ouvrages.

Il va de soi que ces aménagements intempestifs ont eu pour conséquence une diminution très marquée et un morcellement important des surfaces favorables aux oursins, qu'il s'agisse des peuplements d'algues sur roches ou des prairies de posidonies qui constituaient les champs de pâture préférés de cet animal herbivore. Il est malheureusement difficile d'établir un bilan, même approché, à ce sujet, car on ne dispose d'aucune étude ni estimation concernant les populations d'oursins qui colonisaient ces zones avant les aménagements.

Herbier de Posidonies envasé, maladif, à trois cents mètres au large des plages artificielles du littoral restructuré du Mourillon, à Toulon *(Ph. ECOMAIR - Toulon).*

Les abus de la pêche

Tout le monde dénonce les abus de la pêche aux oursins... Mais, paradoxe bien troublant, personne n'est capable de dire ce qui est réellement pêché et par qui !

Il existe évidemment des chiffres officiels, déclarés par les pêcheurs et annoncés par l'administration des Affaires maritimes et qui concernent seulement les professionnels *(voir tableau 1)*. On pourrait d'ailleurs discuter longuement sur la fiabilité de ces statistiques ! Ainsi, en prenant l'exemple du quartier

La pêche professionnelle à l'oursin est strictement réglementée *(Ph. C.F.).*

Tableau 1 - Bilan de la pêche aux oursins dans le quartier maritime de Marseille, d'après les déclarations des pêcheurs professionnels aux Affaires maritimes (* début octobre à fin mars).

PAR ANNÉE		PAR SAISON *	
Années	**Tonnages**	**Saisons**	**Tonnages**
1984	87.265	1984-1985	92.080
1985	88.230	1985-1986	83.170
1986	64.272	1986-1987	59.056
1987	66.204	1987-1988	93.950

(1) Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. Carry-le-Rouet 21-22 février 1987.

(2) VIe Séminaire international sur les Echinodermes, du 19 au 22 septembre 1988, au siège de la Fondation océanographique Ricard, sur l'île des Embiez.

maritime de Marseille, les chiffres officiels font état, pour la campagne 1984-1985 d'un prélèvement moyen d'environ deux mille cinq cents douzaines par jour d'après les calculs de Régis, Pérès et Gras (1986)... soit le double de ce qui est déclaré dans ce cas précis !

Et puis... il y a les *"braconniers"*, c'est-à-dire ceux qui sont dépourvus d'autorisation et qui profitent de l'insuffisance de la surveillance... et qui échappent aux statistiques officielles.

D'après certains scientifiques qui se sont exprimés à ce sujet au colloque de Carry (1), les *"grands braconniers"* pêcheraient au moins autant que tous les professionnels réunis, allant jusqu'à alimenter certains restaurants et même certains écaillers. Pour reprendre l'exemple précédent, concernant l'exercice 1984-1985, Régis, Pérès et Gras (1986) font état de prises de l'ordre de dix à quinze mille douzaines par jour par les *"grands braconniers"* pour le seul quartier maritime de Marseille, contre deux mille cinq cents douzaines par jour déclarés par les *"oursiniers"* !

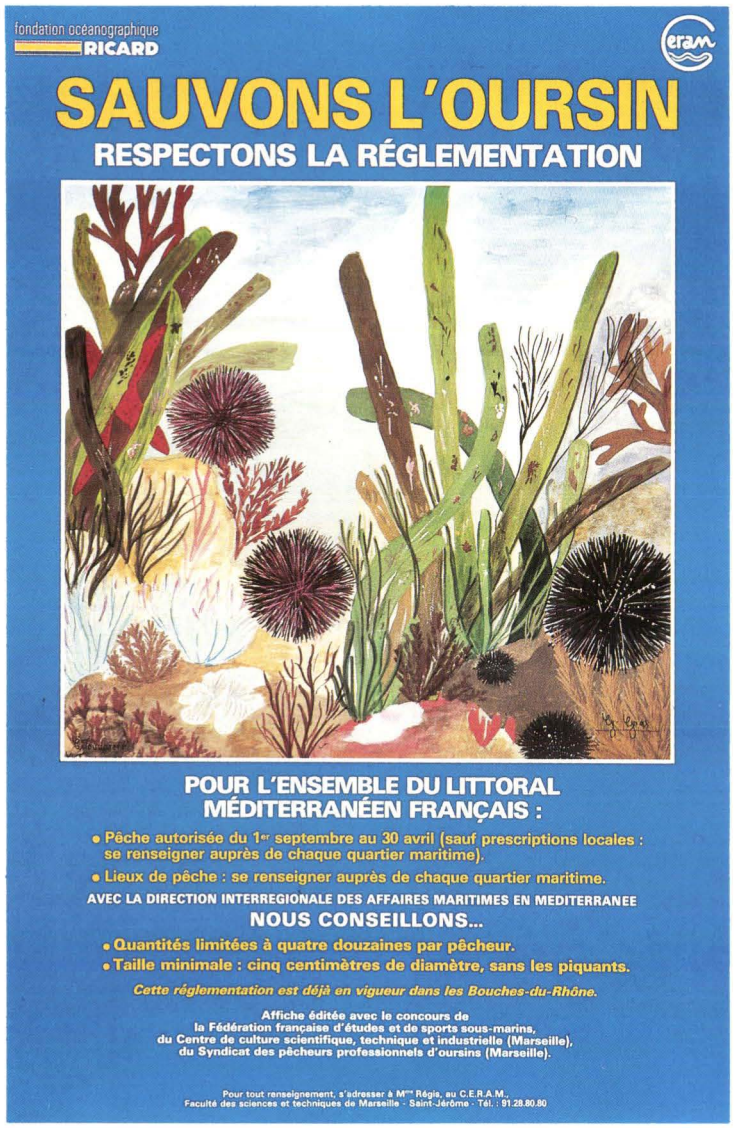
Les "petits braconniers"

Mais il y a aussi la pêche amateur -les *"petits braconniers"*- c'est-à-dire des milliers de riverains et de touristes qui ramassent quelques douzaines d'oursins pour l'oursinade familiale et entre copains. Ce n'est pas beaucoup en soi, mais ils sont tellement nombreux que le facteur de multiplication du geste peut conduire à des quantités également importantes, mais encore plus difficiles à évaluer.

Les abus viennent aussi du fait que nombreux sont ceux qui ne respectent pas la réglementation, soit volontairement, soit par ignorance, comme c'est souvent le cas des pêcheurs amateurs. La loi interdit en effet la pêche aux oursins de mai à août inclus et, en dehors de cette période, la collecte des spécimens, dont le diamètre du test (oursin sans piquants) est inférieur à cinq centimètres.

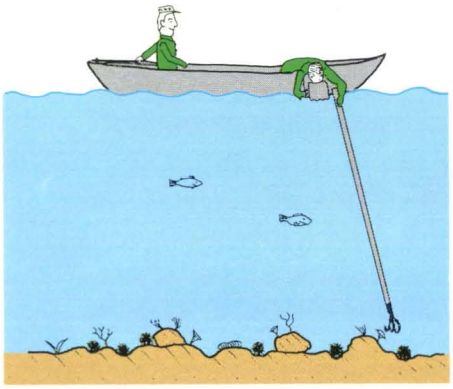
Il est possible aussi d'incriminer les méthodes de pêche. Pendant longtemps, cette activité artisanale a été pratiquée par des pêcheurs opérant à partir de leur barque en surface à l'aide d'une *"grappe"* qui permettait de décoller les oursins du substrat et de calibrer la récolte. L'écartement des trois branches donnait, en effet, une évaluation de la taille de l'oursin permettant ainsi de sélectionner les individus ayant atteint les dimensions réglementaires. Les pêcheurs amateurs utilisaient aussi la grappe ; leurs prises sont surtout réalisées actuellement en plongée en apnée.

Dans le quartier des Affaires maritimes de Marseille, le ramassage des oursins en plongée en scaphandre autonome est toléré pour les pêcheurs professionnels dans des limites précises de temps et de lieu. C'est à notre connaissance, la seule tolérance concernant la pêche en mer en France. Les professionnels y voient un avantage, celui de pouvoir sélectionner avec facilité les plus gros individus. On peut



La réglementation : l'affaire de tous ! Une campagne d'affichage a été réalisée pour la deuxième année consécutive sur le littoral méditerranéen *(Repro. D. Dewalle).*

"Tout le monde dénonce les abus de la pêche aux oursins... Mais, paradoxe bien troublant, personne n'est capable de dire ce qui est réellement pêché et par qui !"



Pêche à la grappe : ce crochet métallique à trois branches est fixé à un manche de bois de cinq à six mètres de long. Une lunette de calfat (seau à fond de verre) permettait de repérer les oursins sur le fond *(Dessin H. Augier).*

y voir aussi une efficacité accrue de récolte qui peut être source d'abus si les quotas ne sont pas respectés. Par ailleurs, le scaphandre autonome a augmenté de façon considérable les surfaces exploitables aux profondeurs qui étaient inaccessibles avant avec la grappe. Ces surfaces devaient jouer un rôle de régénération des populations pour les secteurs moins profonds exploités, mais aucune étude scientifique ne permet d'en estimer l'importance.

La maladie des oursins chauves

La maladie constitue un autre facteur de déclin périodique des populations d'oursins. Elle se signale par la perte progressive des piquants et une ulcération des téguments. En phase aiguë, les piquants tombent par plaque, laissant la carapace à nu, d'où l'appellation de maladie de *l'oursin chauve.* En phase finale, l'oursin meurt.

Certains individus peuvent guérir, les ulcérations se cicatrisent et les piquants repoussent. De 1978 à 1980, cette maladie a décimé les populations d'oursins de nos côtes. Dans le parc national de Port-Cros, Azzolina *et collaborateurs (1985)* ont estimé à 75 % les individus morts par cette maladie.

L'affection n'est pas nouvelle. Nombreux sont ceux qui se souviennent encore d'avoir vu des oursins malades sur nos rivages au cours des dernières décennies.

Elle a également ravagé les populations d'autres régions du monde : c'est le cas des côtes californiennes aux U.S.A. au début des années 1970 et des côtes canadiennes au début des années 1980.

Le responsable de la maladie est une bactérie qui a été identifiée par Jangoux (1967), de l'Université de Bruxelles. Elle n'est pas dangereuse pour l'homme car elle meurt au-delà de 24° C, soit une température bien inférieure à celle qui règne dans notre tube digestif. Elle se transmet, par contre, facilement d'un oursin à l'autre, ce qui confère au mal une potentialité contagieuse redoutable.

La pollution

La pollution chronique qui règne dans un certain nombre de secteurs de notre littoral a entraîné, au fil des années, une perturbation profonde des conditions de vie et la disparition totale ou partielle de nombreux organismes sensibles.

Cette pollution peut être exclusivement d'origine urbaine ou d'origine industrielle : elle est souvent mixte et comporte, dans tous les cas, de très nombreuses substances biotoxiques telles que les détergents, les métaux lourds, les hydrocarbures, les pesticides...

Ces substances peuvent avoir une action indirecte sur les populations d'oursins en faisant régresser ou disparaître les champs d'algues et les herbiers de posidonies qui leur servent habituellement de pâture. Nous ne disposons malheureusement d'aucune donnée scientifique précise à ce sujet.

Les polluants peuvent avoir aussi un effet toxique direct sur les oursins. En vue d'approfondir cette question, plusieurs équipes de chercheurs (3) ont étudié le comportement et le devenir des populations d'oursins, dans des gradients de pollution croissante, en particulier dans la région de Marseille.

Ces études ont montré que s'il existe bien des fluctuations de population en rapport avec le degré de pollution, l'oursin adulte résiste quand même assez bien, semble-t-il, à une ambiance polluée. Il décroche évidemment lorsque la charge toxique est trop importante, comme c'est le cas dans la zone de Cortiou où se jettent les eaux usées de l'agglomération de Marseille (1.500.000 équivalent-habitants).

Il est même capable de s'adapter à ce nouvel environnement en changeant son régime alimentaire d'herbivore pour une sestonophagie favorisée par l'allongement des radioles (Delmas 1984).

La pollution provoque par contre une diminution de taille, des changements morphologiques, ainsi qu'une contamination généralisée de l'oursin qui fait l'objet des chapitres suivants.

(3) Il s'agit de Kempf 1962, Régis 1978, 1979, 1987, Régis et coll. 1985, Harmelin 1980, Harmelin et coll. 1981, Delmas 1984, 1987, Delmas et Régis 1984, 1985, Gras 1985, Le Direach 1985, 1987, Pérès et Régis 1987.

Figure 2

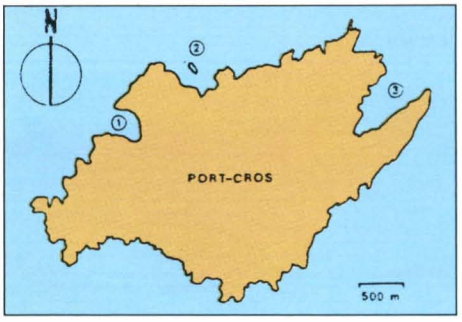


Tableau 2 et figure 2 - Concentrations en métaux lourds de différents échantillons de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* dans les trois principales baies de l'île de Port-Cros : ① Port-Cros, ② La Palud, ③ Port-Man. (Les concentrations sont exprimées en parties par million de poudre homogénéisée et lyophilisée. Les récoltes ont été effectuées le 30 novembre 1986).

Baies (Profondeur)	Echantillons	Concentrations (ppm)			
		Cd	Cu	Hg	Pb
La Palud (—2 m)	Piquants	0,38	5,39	0,03	2,26
	Tests	0,28	1,34	0,03	0,62
	Lanternes	0,22	0,65	0,03	0,50
	Intestins	1,67	1,70	0,04	1,90
	Gonades	0,80	1,67	0,03	0,40
Port-Man (—3 m)	Piquants	0,21	3,66	0,03	0,85
	Tests	0,47	2,31	0,03	0,30
	Lanternes	0,18	1,12	0,03	0,35
	Intestins	1,01	4,95	0,05	1,98
	Gonades	0,52	2,86	0,04	1,17
Port-Cros (—2 m)	Piquants	0,22	1,28	0,03	0,89
	Tests	0,12	1,42	0,04	0,56
	Lanternes	0,11	1,60	0,03	0,28
	Intestins	1,10	8,18	0,06	5,95
	Gonades	2,31	5,42	0,04	0,33

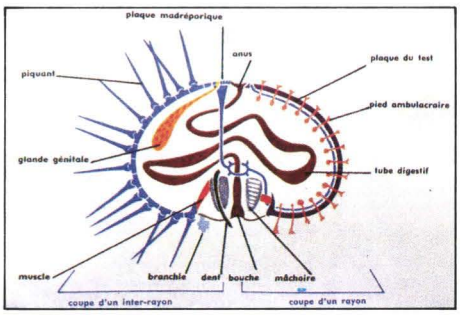
L'aptitude des oursins à résister à des pollutions de faible à moyenne importance permet de les utiliser comme indicateur biologique de la pollution (Augier 1987).

Le cas de Port-Cros

Les résultats obtenus par l'analyse, en spectrophotométrie d'absorption atomique, d'échantillons d'oursins prélevés dans les trois principales baies du parc national de Port-Cros, caractérisées par des degrés différents de pollution (Augier *et coll.* 1987), ont été regroupés dans le *tableau 2.*

A sa lecture, il apparaît que, pour les quatre métaux étudiés, l'organe cible est bien le tube digestif. Les laitances viennent en deuxième position pour le cadmium et le mercure et les piquants pour le cuivre et le plomb.

On note cependant une inversion pour le cuivre dans les oursins de la baie de Port-Cros chez lesquels les piquants ont les taux les plus bas et les laitances les taux les plus élevés, après les intestins.

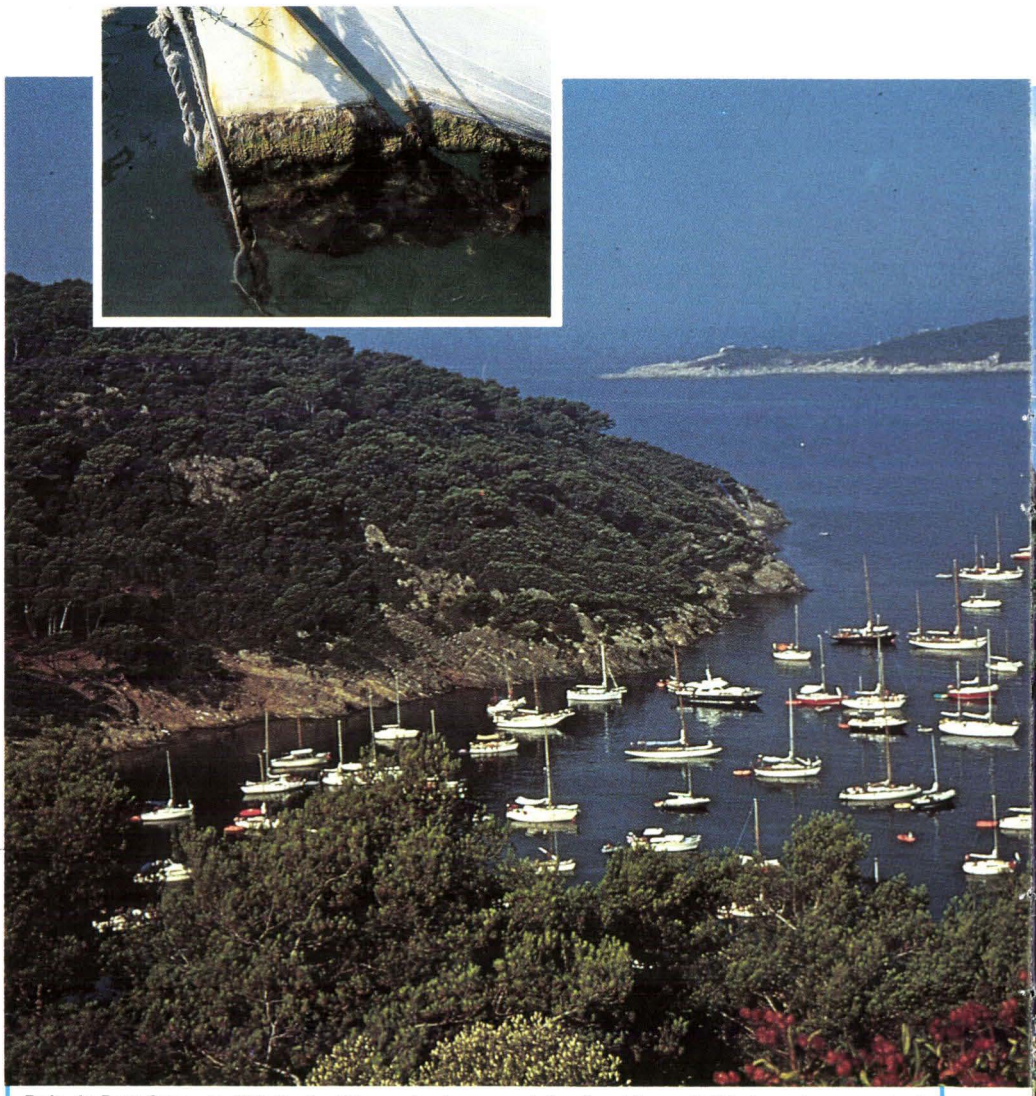


Organisation interne de l'oursin ***(fig. H. Augier).***

Il nous paraît intéressant de souligner qu'en ce qui concerne les organes consommables (laitances et intestins), ce sont les oursins de la baie de Port-Cros qui présentent la contamination la plus importante et ceci pour l'ensemble des quatre métaux.

Dans l'hypothèse vraisemblable où la baie de Port-Cros est la plus polluée des trois baies, il semblerait que la fixation dans les intestins et les laitances soit comparativement et progressivement plus importante que dans les autres parties analysées, lorsque la pollution métallique croît dans l'environnement.

Cette hypothèse devra évidemment être vérifiée dans des secteurs plus pollués de notre littoral.



Baie de Port-Cros : le difficile équilibre entre le respect du site et les activités humaines pendant la période de surfréquentation estivale de la flotte de plaisance. Les peintures antifoulings à base de métaux très toxiques sont utilisées pour lutter contre les organismes végétaux et animaux qui se fixent et se développent sur les coques des bateaux ***(Ph. H. Augier et Marchois).***

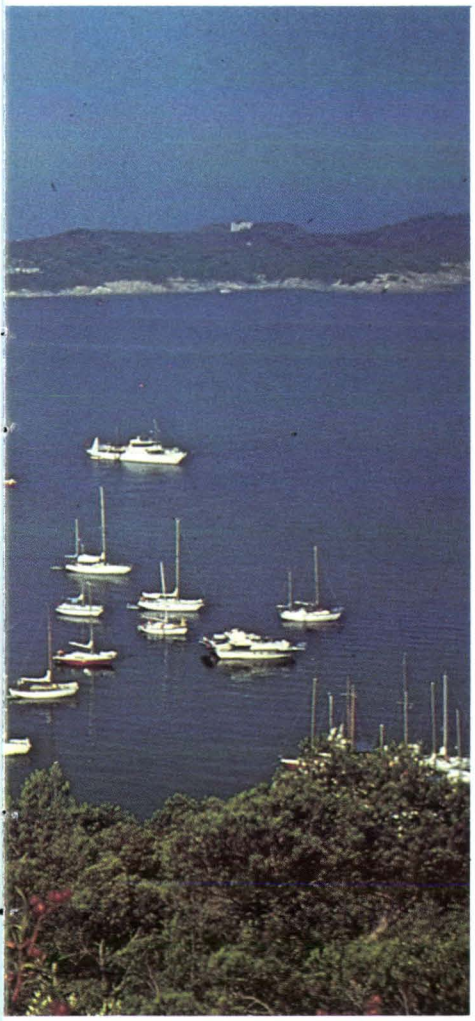
LA RESPONSABILITÉ DES PEINTURES ANTIFOULING

Les parties immergées des coques de bateaux constituent un substratum favorable au développement de nombreux organismes végétaux et animaux que l'on désigne par le terme général de *"salissures"* ou de *"fouling"*. Les salissures représentent un facteur de corrosion, mais aussi une entrave importante pour le déplacement des navires. Les résistances de frottements engendrées par le *"fouling"* peuvent réduire jusqu'à 30 % la vitesse des bateaux, ce qui accroît la consommation de carburant quand on veut maintenir la vitesse initiale.

Pour lutter contre ce phénomène, on enduit les coques de peintures dites *"antifoulings"* qui diffusent dans l'eau des produits dont la toxicité est si élevée qu'ils empêchent tout organisme de se fixer.

Libérées dans la mer, ces substances poursuivent aveuglément leur œuvre de mort pour laquelle elles ont été conçues. Actuellement, les principes actifs sont généralement des composés à base de métaux lourds (cuivre, plomb, cadmium...).

Il est facile d'imaginer la quantité de produits ainsi libérés dans la mer, si on prend en compte le nombre de bateaux et la surface totale des coques qu'ils représentent. Dans le parc national de Port-Cros, on peut mesurer l'ampleur de cette pollution par le degré de contamination métallique des organismes récoltés dans les baies les plus fréquentées par la flotte de plaisance. ■



Menace sur le cycle de vie

Les larves *Pluteus* (4) de l'oursin offrent un autre champ d'investigation particulièrement intéressant grâce à leur extrême sensibilité aux métaux lourds qui permet de les utiliser comme test biologique de toxicité. Une voie de recherche de grand intérêt a été ouverte, dans ce sens, par l'Institut national des tumeurs de Naples qui utilise des tests de toxicité basés sur le sperme et les embryons d'oursins (Pagano *et coll.* 1982, 1985, 1986, 1987).

Il a été démontré, en particulier, que pour des concentrations de 1,12 ppm de cuivre et de 32 ppb de cadmium, les embryons présentaient des malformations pouvant aller jusqu'à la mort. Ces mêmes métaux ont également provoqué une inhibition de la fécondité du sperme.

Or, les concentrations utilisées dans ces tests sont, pour le cuivre, semblables à celles que nous avons trouvées dans les laitances des oursins de Port-Cros et, pour le cadmium, considérablement plus faibles.

On peut dès lors penser que si la charge métallique mise en évidence chez les adultes ne provoque pas la mort apparente des oursins, elle compromet, par contre, leur reproduction et, avec elle, la production des larves pélagiques.

Si cette hypothèse était confirmée en milieu naturel, nous aurions là une explication, parmi d'autres, de la raréfaction des populations d'oursins, par perturbation ou élimination de la phase larvaire du cycle.

Y-a-t-il un danger à consommer des oursins ?

L'évaluation des risques encourus par l'homme, est rendue difficile par l'absence de normes pour les oursins. Si, à défaut, on utilise celles appliquées aux aliments, l'erreur peut être importante et il convient de tenir compte aussi du fait que les données existantes sont souvent contradictoires et controversées.

Si l'on prend comme références de base les données de la société des experts chimistes (1971), du Groupe interministériel des problèmes de pollution de la mer (GIPPM, 1973), de l'Organisation mondiale pour la santé et de la FAO (1971), il est possible de faire les remarques suivantes :

—Mercure : aucun risque, puisque la teneur maximale est de 0,04 ppm dans les laitances et 0,06 ppm dans le tube digestif alors que la dose tolérée est de 0,5 à 0, 7ppm ;

—Cuivre : 5,42 ppm dans les laitances et 8,18 ppm dans les intestins dépassent la dose admise chez les poissons, mais se trouvent bien en deçà de la dose admise chez les mollusques et les crustacés ;

—Cadmium : 2,31 ppm dans les laitances et 1,67 ppm dans les intestins dépassent la dose admise pour les poissons, mais est inférieure à la dose admise pour les mollusques et les crustacés ;

—Plomb : les teneurs maximales dans les intestins (5,95 ppm) et dans les gonades (1,17 ppm) dépassent largement les doses maximales admissibles de l'OMS et des experts chimistes. Si l'on applique ces normes, tous les échantillons seraient impropres à la consommation. Cette affirmation doit par contre être nuancée si l'on fait référence aux chiffres donnés pour les poissons par le GIPPM (entre 0,3 et 6 ppm).

Il convient de souligner que ces constatations concernent des oursins prélevés dans le parc national de Port-Cros, c'est-à-dire dans une zone caractérisée par l'absence de rejets industriels et de sources importantes de pollution tellurique. Mais qu'en est-il ailleurs, dans des secteurs plus pollués ? Des études sont en cours à ce sujet dont les premiers résultats seront présentés au colloque des Embiez.

Risque bactériologique

La pêche intensive des oursins a entraîné une diminution tellement importante de la densité des populations que des solutions de remplacement provisoires ont du être recherchées dans certains secteurs de notre littoral.

C'est le cas de la Côte Bleue qui organise chaque année le mois de l'oursin, fête populaire traditionnelle à Carry-le-Rouet dont l'engouement a gagné les communes voisines et dont la réputation a franchi depuis longtemps le cadre local. Pour satisfaire la demande importante d'oursins durant cette période, des initiatives de repeuplement ont été réalisées.

Elles sont essentiellement basées sur la transplantation d'oursins prélevés dans certaines zones des calanques de Marseille dont la qualité bactériologique n'est malheureusement pas toujours satisfaisante.

"On sait peut de choses sur le comportement des oursins en milieu pollué."

L'opération est basée essentiellement sur le fait que même si les oursins sont prélevés en zone polluée et même s'ils sont contaminés par des bactéries pathogènes ces dernières seraient éliminées en quelques jours dans les eaux propres de Carry-le-Rouet selon des mécanismes semblables à ceux qui président à la stabulation (5) des coquillages.

Cependant, connaissant la propriété des oursins à concentrer les

(4) Voir aussi *"L'oursin, une période de sa vie en pleine mer"*, par Lucienne Fenaux, en pages 39 à 41.

(5) Rappelons que la stabulation consiste à placer les mollusques (moules, huîtres...) dans des bassins d'eau de mer pure, où ils dégorgent pendant deux à trois semaines les polluants, éventuellement absorbés, dans les parcs de culture, procédé qui garantit la qualité sanitaire de ces fruits de mer.

métaux lourds tels que le mercure et le plomb, par exemple, il demeure quelques inquiétudes sur cette aptitude de décontamination des oursins en milieu naturel, d'autant plus que les échinodermes ont une organisation morphologique et anatomique et une physiologie bien différentes de celles des mollusques. En fait, on sait peu de chose sur le comportement des oursins en milieu pollué, sur leur capacité de concentrer les bactéries des rejets telluriques et sur le degré de rétention de ces dernières, notamment au niveau du tube digestif et des gonades consommées par l'homme.

Nous avons présenté à ce sujet un programme d'étude au Conseil régional PACA assorti d'une demande d'aide financière. Ce projet n'a malheureusement pas été retenu.

Quelle attitude adopter ?

Ce qu'il convient de retenir pour l'instant au sujet de la pollution, c'est la capacité des oursins à concentrer les métaux lourds et notamment dans leurs parties comestibles.

Sans verser dans le catastrophisme, il convient donc d'adopter pour l'instant une attitude prudente consistant à ne pas minimiser le danger potentiel pour l'homme de consommer des oursins ramassés dans les eaux polluées, du moins tant que les données scientifiques seront insuffisantes pour avoir une vision claire de la situation.

Une brochure d'information et de sensibilisation à la protection de l'oursin vient d'être éditée par la Fondation océanographique Ricard *(Ph. D. Dewalle).*

Un calcul très approximatif, basé sur des normes générales sujettes à caution, montre qu'il n'y aurait aucun risque d'intoxication par les métaux lourds si l'on devait consommer massivement les oursins de Port-Cros, même les plus contaminés.

Mais qu'en est-il dans les zones plus polluées ? Comment également situer avec précision les chiffres obtenus par les analyses en l'absence de normes spécifiques pour ces fruits de mer ? De la même façon, un contrôle sanitaire et bactériologique s'impose pour les oursins prélevés à Marseille et transplantés sur la Côte Bleue.

Autant de questions qui seront débattues au séminaire des Embiez.

L'enjeu

Traqués par les hommes, ensevelis sous les gravats des aménagements, intoxiqués par la pollution, décimés par la maladie, perturbés dans leur reproduction, tronqués dans leur cycle de vie par les métaux lourds, les oursins ont besoin d'aide pour survivre et pour demeurer un produit comestible utile et apprécié.

Le temps est venu de dépasser l'acte instinctif d'exploitation anarchique et abusive de la ressource et de se tourner résolument vers une gestion moderne et raisonnable des stocks, sans perdre de vue que la défense de l'oursin restera toujours intimement liée à celle de la qualité du milieu marin et au progrès de la mentalité des hommes. ■

Henry Augier

Bibliographie

AUGIER H., 1987. - Bio-indicateurs et indicateurs biologico-biochimiques en pollution marine. *Actes 8e Colloq. Intern. Océanogr. Med.*, 9-12 octobre 1985, Nice. *Rev. Intern. Océanogr. Med.*, Fr., 85-86 : 147-150.

AUGIER H., RAMONDA G., SANTIMONE M., 1987. - Teneurs en métaux lourds des oursins comestibles *Paracentrotus lividus* dans des zones à grande activité touristique de l'île de Port-Cros. *Colloq. Intern. sur l'oursin comestible Paracentrotus lividus, Carry-le-Rouet*, 21-22 février 1987, Fr. (sous presse).

AZZOLINA J.-F., BOUDOURESQUE C.-F., NEDELEC H., 1985. - Dynamique des populations de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Port-Cros (Var) : données préliminaires. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, Fr., 11 : 61-82.

DELMAS P., 1984. - Ecologie de l'Echinoïde *Paracentrotus lividus* dans la zone littorale de Marseille-Cortiou soumise à l'influence d'une pollution à dominante domestique. (Distribution, morphométrique, éthologie alimentaire). *Rapport D.E.A. Ecol. médit. option Ecol. litt. Univ. Aix-Marseille III*, Fr. : 1-36.

DELMAS P., REGIS M.-B., 1984. - Influence d'une pollution complexe à dominante domestique sur les populations de l'Echinoïde comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck). *Vie mar.*, Fr., 6 : 63-72.

DELMAS P., REGIS M.-B., 1985. - Impact de la pollution domestique sur la biologie et la morphométrie de l'Echinoïde *Paracentrotus lividus* (Lamarck). Données préliminaires. C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, Fr., 300, 4 : 143-146.

DELMAS P., REGIS M.-B. 1987. - Influence d'une pollution complexe, à dominante domestique, sur les populations de l'Echinoïde comestible *Paracentrotus lividus*. Actes Colloque Intern. sur l'oursin comestible Paracentrotus lividus, Carry-le-Rouet, Fr., 21-22 février 1987 (sous presse).

GRAS G., 1985. - Exploitation de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lmck) dans le quartier maritime de Marseille : zones de pêche, densités des populations, indices physiologiques. Rapport D.E.A. Ecol. médit. option Ecol. litt. Univ. Aix-Marseille III, Fr. : 1-36.

HARMELIN J.G., 1980. - Action différentielle des pollutions industrielles et domestiques sur les populations d'Echinodermes des substrats durs en Provence. Ves Journées Etud. Pollutions. Comm. Intern. Et. Sci. Medit., Monaco : 671-678.

HARMELIN J.-G., BOUCHON C., HONG J.S., 1981. - Impact de la pollution sur la distribution des Echinodermes des substrats durs en Provence (Méditerranée nord-occidentale). Téthys, Fr., 10, 1 : 13-36.

JANGOUX M., 1987. - Les maladies biotiques chez les oursins réguliers. Actes Colloque Intern. sur l'oursin comestible Paracentrotus lividus, Carry-le-Rouet, Fr., 21-22 février 1987 (sous presse).

KEMPF M., 1962. - Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmck) et Arbacia lixula (L.). Rec. Trav. Sta. mar. Endoume, Fr., 39, 25 : 47-116.

LE DIREACH J.P., 1985. - Dynamique des populations et évaluation des stocks de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sur l'archipel du Frioul (rade de Marseille). Cartographie des peuplements benthiques du havre du Morgiret. Rapport D.E.A. médit. Option Ecol. Litt. Univ. Aix-Marseille III, Fr. : 1-63.

LE DIREACH J.-P., CHARBONNEL E., MARCHADOUR M., 1987. - Le problème de l'évaluation des stocks chez *Paracentrotus lividus* : exemple d'une campagne de dénombrement autour de l'archipel du Frioul (Marseille, Bouches-du-Rhône). Actes Colloque Intern. sur l'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, Carry-le-Rouet, Fr., 21-22 février 1987 : (sous presse).

MEINESZ A., ASTIER J.-M., BODOY A., CRISTIANI G., LEFEBRE J.-R., 1982. - Impact de l'aménagement du domaine maritime sur l'étage infralittoral des Bouches-du-Rhône (France, Méditerranée occidentale). *Vie milieu*, Fr., 32, 2 : 115-124.

MEINEZS A., ASTIER J.-M., LEFEVRE J.-R., 1981. - Impact de l'aménagement du domaine maritime sur l'étage infralittoral du Var, France (Méditerranée occidentale). *Ann. Inst. Océanogr.*, Fr. 57, 2 : 65-77.

MEINESZ A., LAURENT R., 1978. - Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes (France). Campagne Poséidon 1976. *Bot. Marina*, Dtsche, 21 : 513-526.

MEINESZ A., LEFEVRE J.-R., 1976.- Inventaire des restructurations et impacts sur la vie sous-marine littorale. Alpes-Maritimes et Principauté de Monaco. Direct. Depart. Eq. Alpes-Maritimes, Fr. : 1-67.

MEINESZ A., LEFEVRE J.-R., 1978. - Destruction de l'étage infralittoral des Alpes-Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations de rivage. *Bull. Ecol.*, Fr., 9, 3 : 259-276.

PAGANO G., ESPOSITO A., GIORDANO G.-G., 1982. - Fertilization and larval development in sea urchins following exposure of gametes and embryos to cadmium. Arch. Environ. Contam. Toxicol., G.B., 11 : 47-55.

PAGANO G., CIPOLLARO M., CORSALE G., ESPOSITIO A., RAGUCCI E., GIORDANO G.G., 1985. - pH induced changes in mitotic and developmental patterns in sea urchin embryogenesis. II. Exposure of sperm. Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis, U.S.A., 5 : 113-121.

PAGANO G., CIPOLLARO M., CORSALE G., ESPOSITO A., RAGUCCI E., GIORDANO G.G., TRIEFF N.M., 1986. - The sea urchin : bioassay for the assessment of damage from environmental contaminants. Community Toxicity Testing, ASTM STP, John CAIRNS Edit. Americ. Society for testing and materials, philadelphia, U.S.A. : 66-92.

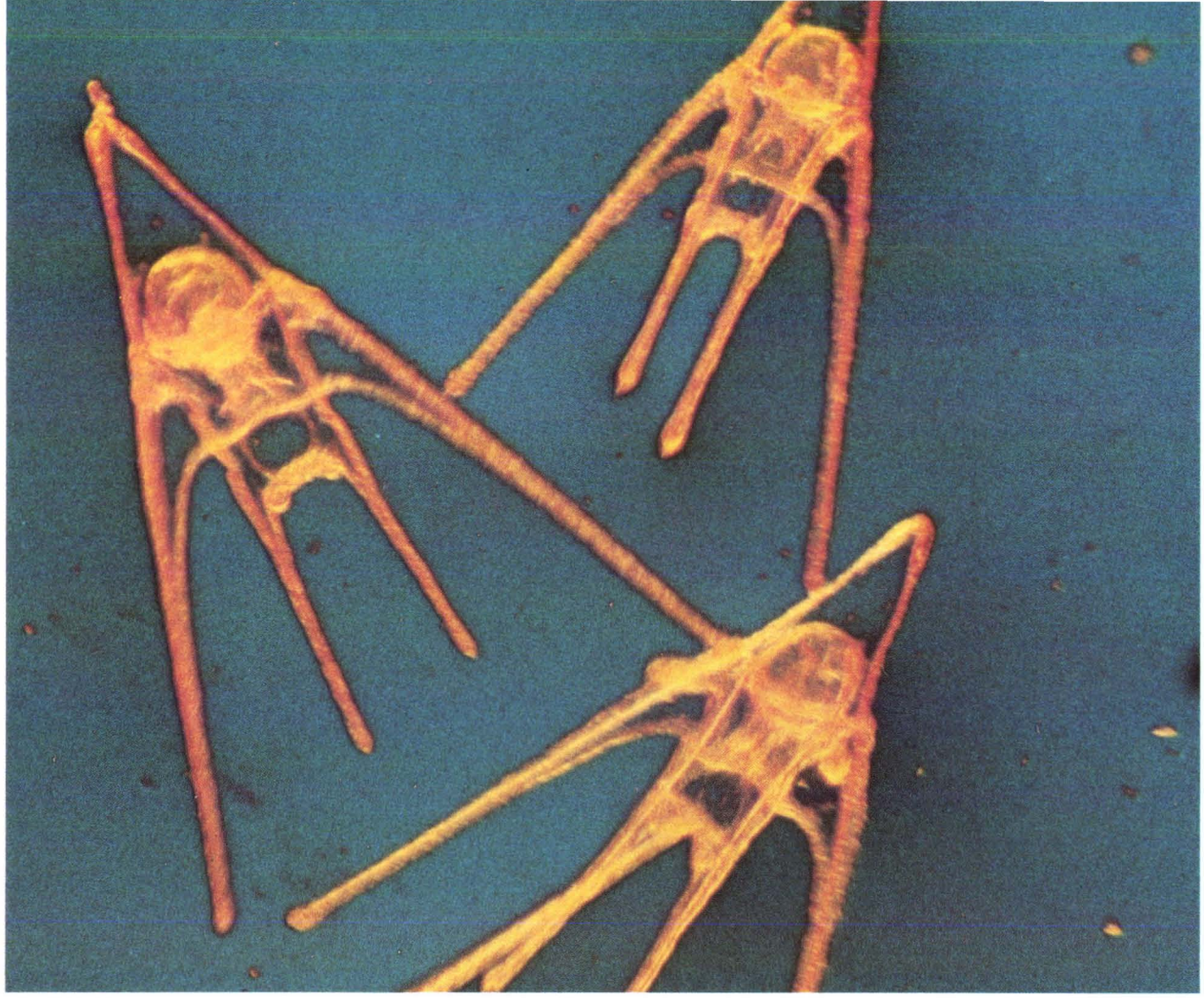
PAGANO G., 1987. - Les oursins comme organismes expérimentaux pour essayer la toxicité chronique des polluants. Actes Colloque Intern. sur l'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, Carry-le-Rouet, Fr., 21-22 février 1987 (sous presse).

REGIS M.-B., 1978. - Croissance de deux Echinoïdes du Golfe de Marseille *Paracentrotus lividus* (Lmck) et Arbacia lixula (L.). Aspect biologique de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Aix-Marseille III, Fr. : 1-221.

REGIS M.B., 1979. - Analyse des fluctuations des indices physiologiques chez deux Echinoïdes *Paracentrotus lividus* (Lmck) et *Arbacia lixula* (L.) du golfe de Marseille. Théthys, Fr., 9, 2 : 168-181.

REGIS M.B., 1987. - L'oursin comestible : une ressource en danger. *Actes Colloque Intern. sur l'oursin comestible Paracentrotus lividus*, Carry-le-Rouet, Fr., 21-22 février 1987 (sous presse).

REGIS M.B., PERES J.M., GRAS G., 1986 (85). - Données préliminaires sur l'exploitation de la ressource Paracentrotus lividus (Lmck) dans le quartier maritime de Marseille. Vie marine, Fr., 7 : 41-60. ■



L'oursin

Une période de sa vie en pleine mer

par Lucienne Fenaux
directeur de recherches au C.N.R.S.

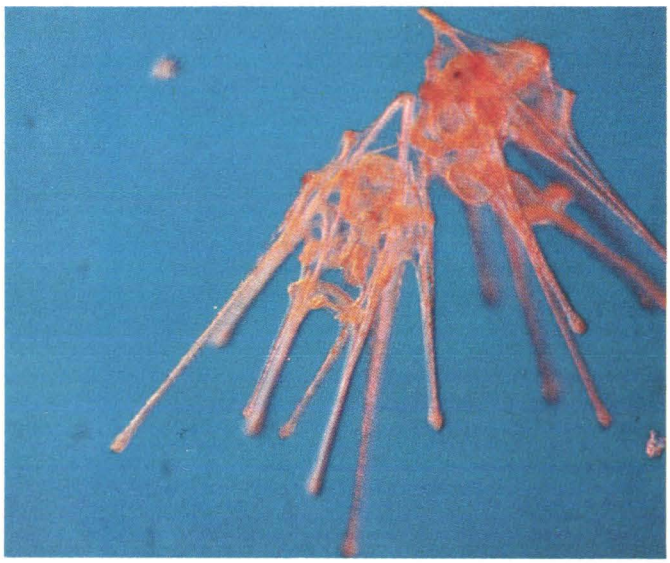
Les deux saisons de ponte de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sont la fin du printemps et l'automne. Au cours de ces périodes, l'oursin pond plusieurs millions d'oeufs.

Ces oeufs ont un diamètre moyen de 90 micromètres (*) et un poids moyen de protéines de 50 microgrammes (*). Le jeune oursin, à la métamorphose, a un diamètre moyen de 0,4 mm (test sans les épines) et deux milligrammes de protéines. Pour produire un tel effort de croissance, la larve va devoir prélever, dans la mer, des aliments qui seront utilisés en premier lieu pour le développement larvaire (changements de stades morphologiques, croissance en taille), ensuite à la formation du rudiment échinien, ébauche du futur oursin *(planche 1)*.

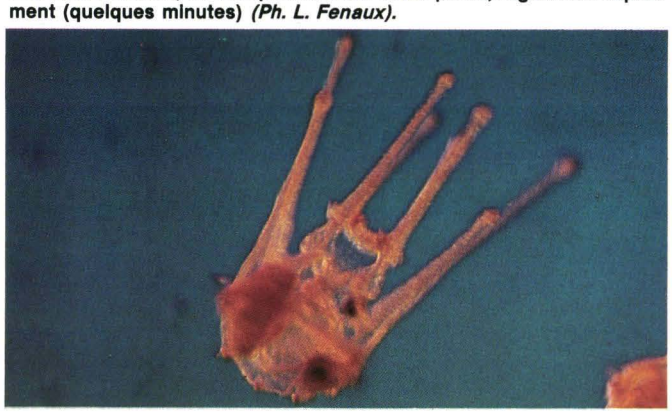
Dans la mer, la larve oriente ses expansions (bras larvaires) vers le haut. Elle se déplace grâce à un courant créé par le battement des cils qui bordent les bras. Sa nage étant de faible amplitude, le transport est donc assuré par les courants.

ILLUSTRATION CI-DESSUS (PLANCHE 1) - Jeunes larves ayant de quatre à six bras d'oursins comestibles *Paracentrotus lividus*. Quelques stades ultérieurs du développement morphologique de cette espèce sont montrés en page suivante *(Ph. Lucienne Fenaux)*.

DÉVELOPPEMENT MORPHOLOGIQUE DE LA LARVE



Larves d'oursins *Paracentrotus lividus* complètement développées à huit bras et épaulettes ciliées (ci-dessus). Ci-dessous, développement du futur oursin à l'intérieur de la larve et larve en voie de métamorphose. Le jeune oursin sort de la cavité située sur le côté gauche de la larve. Les bras larvaires, encore présents sur cette photo, régressent rapidement (quelques minutes) *(Ph. L. Fenaux).*



Deux modes de nutrition existent chez la larve : l'un qui utilise les substances organiques dissoutes de l'eau de mer, l'autre les particules de la mer (algues, bactéries, détritus organiques). Les particules (vivantes ou non) situées à l'avant de la larve sont entraînées avec le courant de propulsion, créé par le battement des cils. Pour Gilmour (1988), ce courant, dévié lorsqu'il rencontre les bras larvaires, renverrait les particules alimentaires vers l'entrée de la bouche. La capture des aliments serait alors assurée par les cils qui tapissent la cavité préorale. Leur collecte peut être aussi favorisée par un ingénieux système de capture bien décrit par Strathmann (1971). Lorsqu'une particule heurte un cil, le battement de ce cil et vraisemblablement d'une partie de la bande ciliée située près de lui est alors inversé *(figure 1)*. Les particules sont dirigées par une série de rebonds vers l'entrée de la bouche.

Un ingénieux système de capture

La croissance de la larve s'effectue principalement dans les bras. Chez *Dendraster excentricus* (Mc Edward, 1984), les bras de la larve complètement formée représentent 48 % de la surface du corps, 27 % du volume total du tissu de la paroi larvaire. Cet important résultat fonctionnel permet de maintenir la capacité de nutrition par rapport à la taille larvaire.

Ainsi chez *Paracentrotus lividus*, le taux de filtration faible chez la jeune larve (8 nanolitres (*) par larve et par heure chez la larve de trois jours de *Paracentrotus lividus*) s'élève jusqu'à 170 nanolitres chez le *pluteus* de deux semaines (Fenaux, non publié).

Le développement de nouveaux bras et par conséquent l'accroissement de la surface ciliée, assure une plus grande efficacité à la collecte des particules.

La durée de la vie larvaire dépend, comme l'ont montré de nombreuses expériences réalisées en laboratoire, de la qualité et de la quantité de nourriture disponible dans la mer.

Au cours du *bloom* phytoplanctonique printanier, des larves obtenues par fécondation artificielle et replacées chaque jour dans de l'eau de mer filtrée sur 50 microns (afin d'éliminer les prédateurs potentiels), se sont métamor-

(*) 1 mm = 1.000 micromètres ; 1 mg = 1.000 microgrammes ; 1 ml = 1.000.000 nanolitres.

"Les particules de la mer sont dirigées par une série de rebonds vers l'entrée de la bouche."

phosées dix-huit à vingt jours après la fécondation (Fenaux *et al*, 1988). C'est à peu près la même durée de vie qui est obtenue en offrant aux larves une nourriture constituée par l'algue *Hymenomonas elongata* fournie en surabondance (Fenaux *et al*, 1985).

En octobre, les particules sont moins nombreuses qu'en mai- juin, il s'écoule trois semaines entre l'apparition des très jeunes larves et celle des *P. lividus* post-métamorphiques. La durée de vie des larves qui se nourrissent des particules de la mer dépend donc de leur abondance dans la mer.

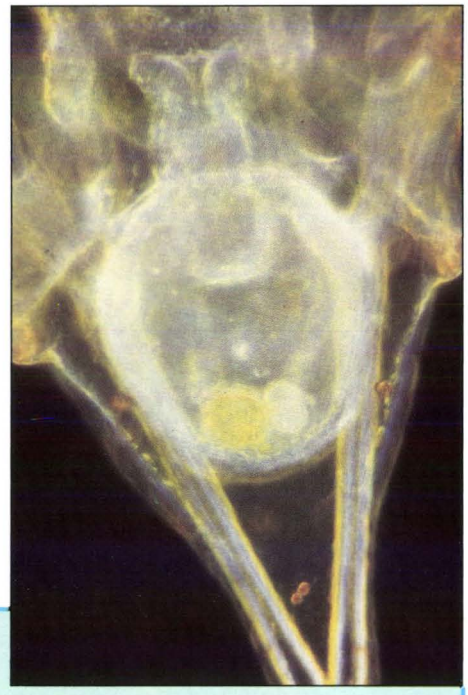
Les pontes étant souvent synchrones dans une région donnée, la présence des pics d'abondance des larves est donc relativement courte dans le temps.

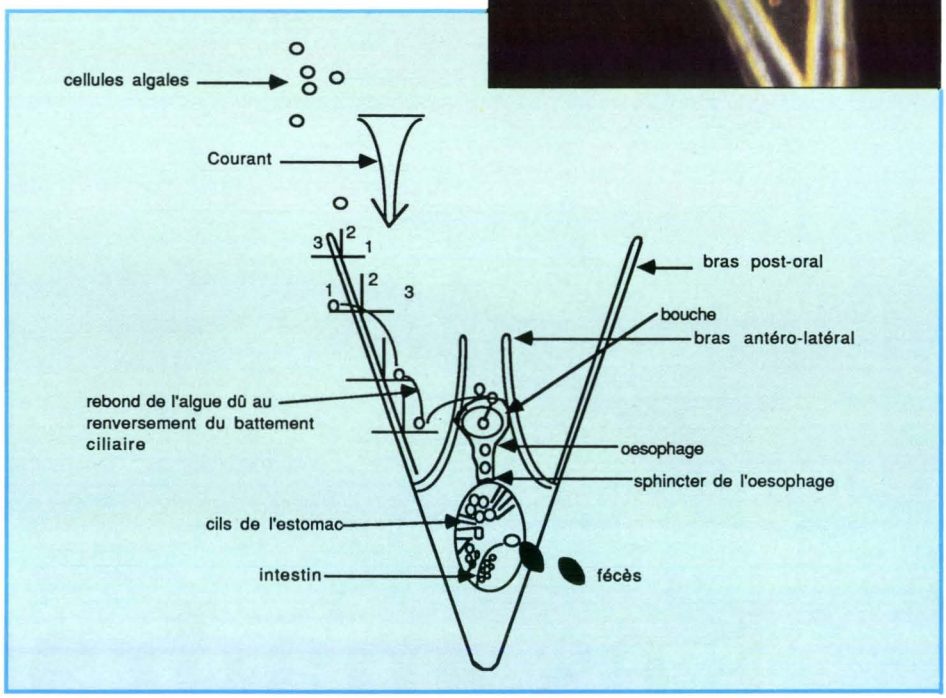
La qualité du milieu marin, au cours de cette période, est donc très importante pour les embryons, les larves et les juvéniles dont les deux principales périodes de recrutement sont aussi la fin du printemps et l'automne (Verlaque, 1984).

Les embryons (phases des divisions de l'œuf, de la *blastula* et de la *gastrula* nageuses), en particulier, sont très sensibles à différents agents comme les détergents, les métaux lourds qui provoquent des développements anormaux.

En mai-juin, les gonades sont bien pleines. L'indice gonado-somatique (poids des gonades/poids de l'oursin) est maximum. L'interdiction de pêcher les oursins au cours de ces mois favorise un recrutement important de juvéniles. Une période de croissance gonadique, commencée après la ponte de mai-juin, aboutit à une seconde ponte en octobre- novembre. Le poids de la prédation humaine (pêche autorisée à cette époque) rend ce second recrutement plus vulnérable. ■

Lucienne Fenaux





Les particules alimentaires sont dirigées vers la bouche de la larve après une série de rebonds dus au renversement du battement ciliaire. Ci-dessus, algues à l'intérieur du tube digestif d'une larve *(Dessin L. Fenaux, d'après le texte de R. Strathmann - 1971).*

Bibliographie

FENAUX L., 1968. — Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *Arbacia lixula, Paracentrotus lividus, Psammechinus microtuberculatus* et *Genocidaris maculata* (Echnides) à Villefranche-sur-Mer : *Vie et Milieu* 19 : 1-52.

FENAUX L., C. CELLARIO et M. ETIENNE, 1985. — Croissance de la larve de l'oursin *Paracentrotus lividus. Marine Biology* 86, 151-157.

FENAUX L., C. CELLARIO, F. RASSOULZADEGAN, 1988. — Sensitivity of different morphological stages of the larva of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) to quantity and quality of food. Proceedings of the 6th International Conference on Echinoderms. Victoria, 1987 (sous presse).

GILMOUR T.H.J., 1988. - Particle paths and stream lines in the feeding behaviour of echinoderme larvae. *Echinoderm Biology* pp : 253-257), Burke *et al* (eds) Balkema, Rotterdam.

Mc EDWARD L., 1984. — Morphometric and metabolic analysis of the growth and form of an echinopluteus. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 82 : 259-287.

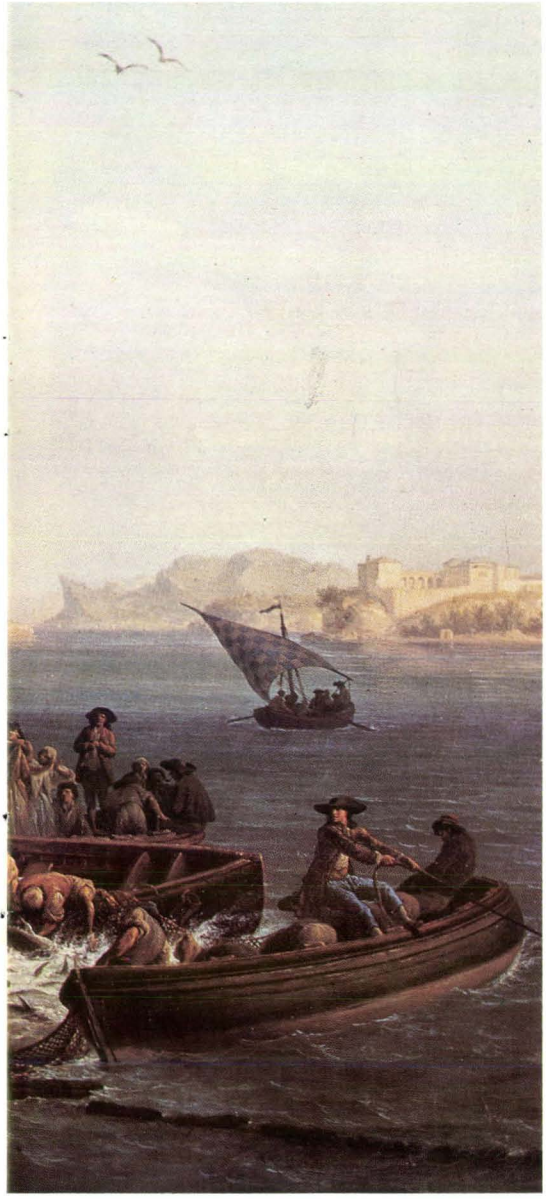
STRATHMANN R.R., 1971. — The feeding behavior of planktotrophic echinoderm larvae : mechanisms, regulation, and rates of suspension-feeding. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 6 : 109-160.

VERLAQUE M., 1984. — Biologie des juvéniles de l'oursin herbivore *Paracentrotus lividus* (Lamarck) : sélectivité du broutage et impact de l'espèce sur les communautés algales de substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France). *Botanica marina,* XXVII (9) : 401-424. ■

Doc. Musée de la Marine (Paris).

Les madragues du

C'est en 1603 que le sieur Boyer de Forest, chevalier, seigneur de Bandol et autres places, conseiller du Roy, second président du Parlement de Provence, obtient à titre gracieux, pour lui, ses descendants et ayants droit, le privilège de pêche au thon par madragues depuis La Ciotat jusqu'à la frontière italienne. Ainsi, le sieur Boyer est-il remercié de sa participation loyale aux guerres de religion.



Brusc

par Albert Degiovani

Ce privilège exclusif (1) est constaté la même année par lettres patentes du roi Henri IV.

Les madragues des Embiers et des Rouveaux, mises en régie, étaient exploitées par des habitants de Six-Fours qui ne résidaient pas au Brusc.

Dans un état, daté de 1680, des bateaux du lieu de Saint-Nazaire, l'actuel Sanary-sur-Mer (Var), il apparaît que *Honoré Marin et Decugis d'Olliou-les possèdent six embarcations de leurs madragues des Embiers et de Fabregas.*

Des conflits surgissent, en 1689, entre les seigneurs de Bandol et des Embiez : les premiers reprochent aux derniers de pêcher à proximité des madragues, et ainsi, de détourner à leur profit, la course des thons (2).

Par contre, tout est prévu dans l'acte d'achat de l'île des Embiez où *les seigneurs de Jouffrey, héritiers de Sainte-Cécile, ne pourraient prétendre interdire le droit d'ancrage aux manans et habitants de Six-Fours,*

(1) Confirmé en 1613 par Louis XIII et en 1675 par Louis XIV, ce privilège est transmis en 1772 par la famille Boyer à la famille de Rohan Guémenée qui en jouira jusqu'en 1832. Un autre document précise qu'en 1701, c'est le comte du Luc de Vintimille qui obtient l'exploitation des madragues.

(2) C'est le décret du 5 mars 1894, signé par le président Carnot et le ministre de la Marine, qui tranche le différend : il fixe le partage des eaux de pêche entre les deux prud'homies de Saint-Nazaire et Le Brusc.

DANS LE GOLFE DE BANDOL

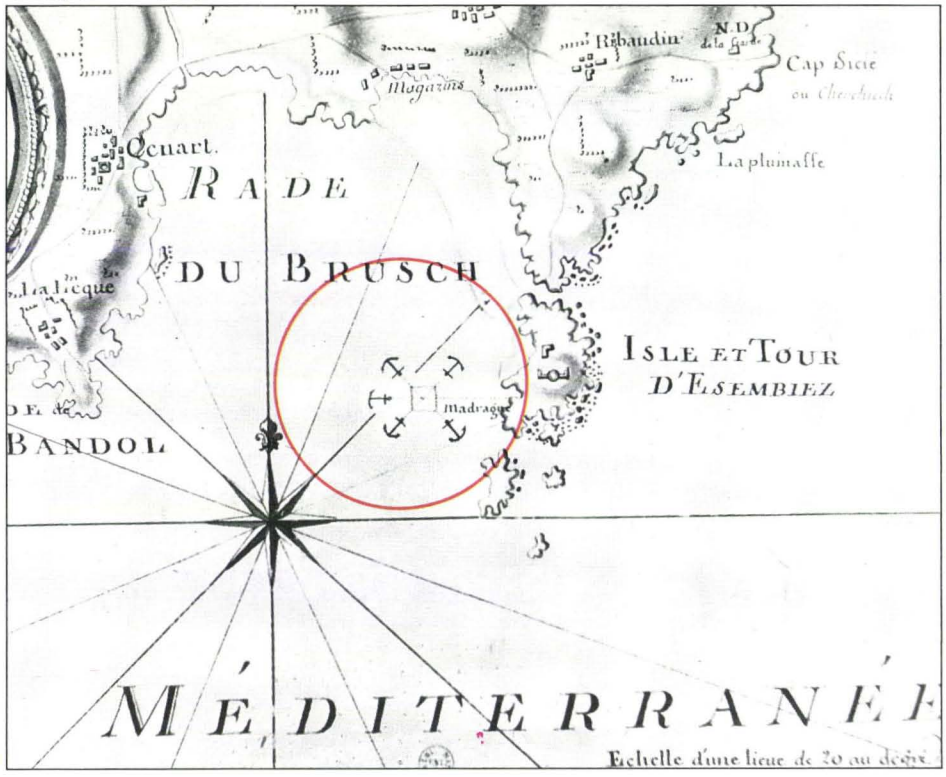
Sur l'oeuvre (ci-contre) de Claude-Joseph Vernet, datée de 1754, on remarque plusieurs embarcations de pêcheurs à proximité du corpou *; leurs occupants sont en train d'amener le filet à la surface pour pouvoir se saisir du poisson.*

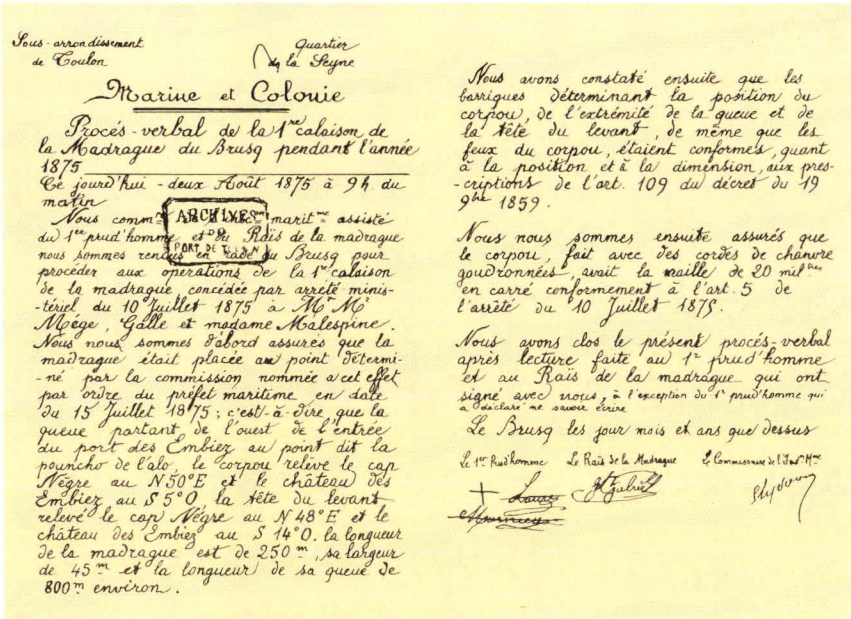
Cette pêche constitue à l'époque une sorte de fête. De nombreux spectateurs y assistent, parfois en brillantes toilettes : une jeune femme (dans le centre du tableau), protège son visage avec une ombrelle. Une autre paraît tourmentée par le mal de mer ou la vue du sang. Au second plan, on distingue une frégate de l'armée navale.

Au fond, le château de Bandol détruit à la Révolution, l'île de Bendor, et plus loin, le Bec de l'Aigle qui limite vers l'ouest la rade de La Ciotat.

A.D.

Sur cette carte de la rade du Brusc de la fin du XVIIIe siècle, on distingue la position d'une madrague dans la partie sud-est de l'île des Embiez. A gauche, la rade de Bandol et Cenart, l'actuel Sanary-sur-Mer (Var). ***Doc. CDR Toulon.***





Sous-arrondissement de Toulon — Quartier de la Seyne

Marine et Colonie

Procès-verbal de la 1re calaison de la Madrague du Brusq pendant l'année 1875

Ce jourd'hui - deux Août 1875 à 9h du matin

Nous commr de marit.me assisté du 1er prud'homme et du Raïs de la madrague nous sommes rendus en rade du Brusq pour procéder aux opérations de la 1re calaison de la madrague concédée par arrêté minis-tériel du 10 Juillet 1875 à Mr Mr Mège, Galle et madame Malespine. Nous nous sommes d'abord assurés que la madrague était placée au point déterminé par la commission nommée à cet effet par ordre du préfet maritime en date du 15 Juillet 1875 ; c'est-à-dire que la queue partant de l'ouest de l'entrée du port des Embiez au point dit la pouncho de l'alo, le corpou relève le cap Nègre au N 50° E et le château des Embiez au S 5° O, la tête du levant relève le cap Nègre au N 48° E et le château des Embiez au S 14° O. la longueur de la madrague est de 250 m, sa largeur de 45 m et la longueur de sa queue de 800 m environ.

Nous avons constaté ensuite que les barrigues déterminant la position du corpou, de l'extrémité de la queue et de la tête du levant, de même que les feux du corpou, étaient conformes quant à la position et à la dimension aux pres-criptions de l'art. 109 du décret du 19 9bre 1859.

Nous nous sommes ensuite assurés que le corpou, fait avec des cordes de chanvre goudronnées, avait la maille de 20 mil.tres en carré conformement à l'art. 5 de l'arrêté du 10 Juillet 1875.

Nous avons clos le présent procès-verbal après lecture faite au 1er prud'homme et au Raïs de la madrague qui ont signé avec nous, à l'exception du 1er prud'homme qui a déclaré ne savoir écrire

Le Brusq les jour mois et ans que dessus

Le 1er Prud'homme — Le Raïs de la Madrague — Le Commissaire de l'Inscr.on Mr

Procès-verbal de première calaison de la madrague du Brusc, en 1875 *(doc. du Centre de documentation et de recherche de la IIIe région maritime).* En France, les madragues ont disparu à cause de l'éloignement progressif des bancs de thons de la côte. D'autres techniques de pêche ont pris le relais.

auxquels sera permis en abordant au tour de ladite île, avec bâtiment et s'amarrer à terre par câble ou autrement. Ce droit a été respecté par les propriétaires successifs de l'île.

Quant à la réglementation de la pêche, elle est très sévère pour l'époque : dans une ordonnance de 1681 relative aux filets employés, leurs mailles, leurs dimensions..., il est stipulé que des perquisitions seront effectuées dans les maisons et magasins des pêcheurs ; si des filets non réglementaires sont trouvés, ils seront brûlés.

La visite est mensuelle, trimestrielle ou semestrielle mais le garde-juré ou prud'homme peut intervenir tous les jours.

Un préposé de M. l'Intendant de la Santé du Bureau de Toulon y réside, avec sa famille, pour veiller au débarquement des gens contaminés, MM. les Fermiers Généraux y ont établi une brigade pour empêcher les contraventions.

En conclusion, la création d'une chapellerie perpétuelle sous le titre de Saint-Louis, Saint-Pierre et Notre-Dame du Bon-Retour, avec l'obligation de dire une messe basse tous les dimanches et fêtes, pour laquelle fondation il léguait diverses terres lui appartenant.

La chapelle, dont la construction remonterait à 1712, se trouvait à l'entrée du village. Elle fut réparée et la chapellerie créée en 1744. Désaffectée à la Révolution, elle a fait place (1793) à la Prud'homie de pêche jusqu'à sa démolition par les Allemands en 1944.

Les Rouveaux et Les Embiez

De mémoire de pêcheurs, il existait deux madragues au Brusc.

Rappelons que l'histoire de ce type de pêcheries fixes est liée aux observations des migrations annuelles des thons.

Depuis la plus haute Antiquité, les pêcheurs de Méditerranée se sont intéressés aux déplacements de ces poissons : toujours à la même époque, dans le même sens, le rivage à leur droite, par dix à trente cinq mètres de fond.

Couper la route des thons pour les diriger dans un vaste piège, tel est le principe de la madrague (ce mot provençal d'origine arabe signifie *parc, bergerie de mer*).

La première madrague du Brusc, celle des Rouveaux se trouvait au nord de la pointe de Mestrejean ; elle chevauchait la ligne de partage des eaux entre Saint-Nazaire et Le Brusq, provoquant nombre de litiges entre les deux prud'homies.

L'autre madrague était située aux Embiez. Un procès-verbal établi lors de sa première calaison (2 août 1875) donne avec précision ses principales caractéristiques (*voir reproduction de ce document ci-dessus*).

Messes basses pour les marins

L'intense activité des pêcheurs ne va pas sans poser quelques problèmes d'ordre spirituel. Et d'aucuns s'en inquiètent, tel le sieur Jean Raymond, négociant à Toulon. Dans un exposé (3) daté du 29 août 1744, il écrit : *Ayant la régie de la madrague du golfe du Brusq, j'ai remarqué que l'équipage de ladite madrague manque la messe les dimanches et fêtes, attendu l'éloignement de la paroisse de Six-Fours.*

Dans la chapelle construite au Brusq, il n'y a aucun service, pourtant dans le golfe y relâchent très souvent des bâtiments de mer.

Quelques pêcheurs de la Prud'homie du Brusc dans les années 40 *(Ph. C. Chrestian).*

(3) Archives municipales de Six-Fours-les- Plages (G.G.11).

Il subsiste d'ailleurs des vestiges sous-marins de cette madrague. Grâce à des points de positionnement à terre (ensignes), seuls quelques patrons pêcheurs savent encore exactement situer ces restes d'ancrage (4) pour éviter d'endommager leurs dragues et filets lors de pêche au gangui, rateau ou chevrotière.

Mais replongeons, si vous le voulez bien, dans le passé. En cet été de fin de XIXème siècle, une formation de plusieurs centaines de thons de toutes tailles venus d'Italie, nagent à vive allure. Souvent, les poissons se dispersent pour former d'autres bancs au hasard des chasses à la sardine, maquereau, anchois, bogue...

Soudain, cette course effrénée est interrompue, peut-être au cours d'une chasse à la sardine derrière le Rouvelon. Le banc se heurte à la queue de la madrague, à la pointe de l'Aile, juste sous le fort Saint-Pierre des Embiez.

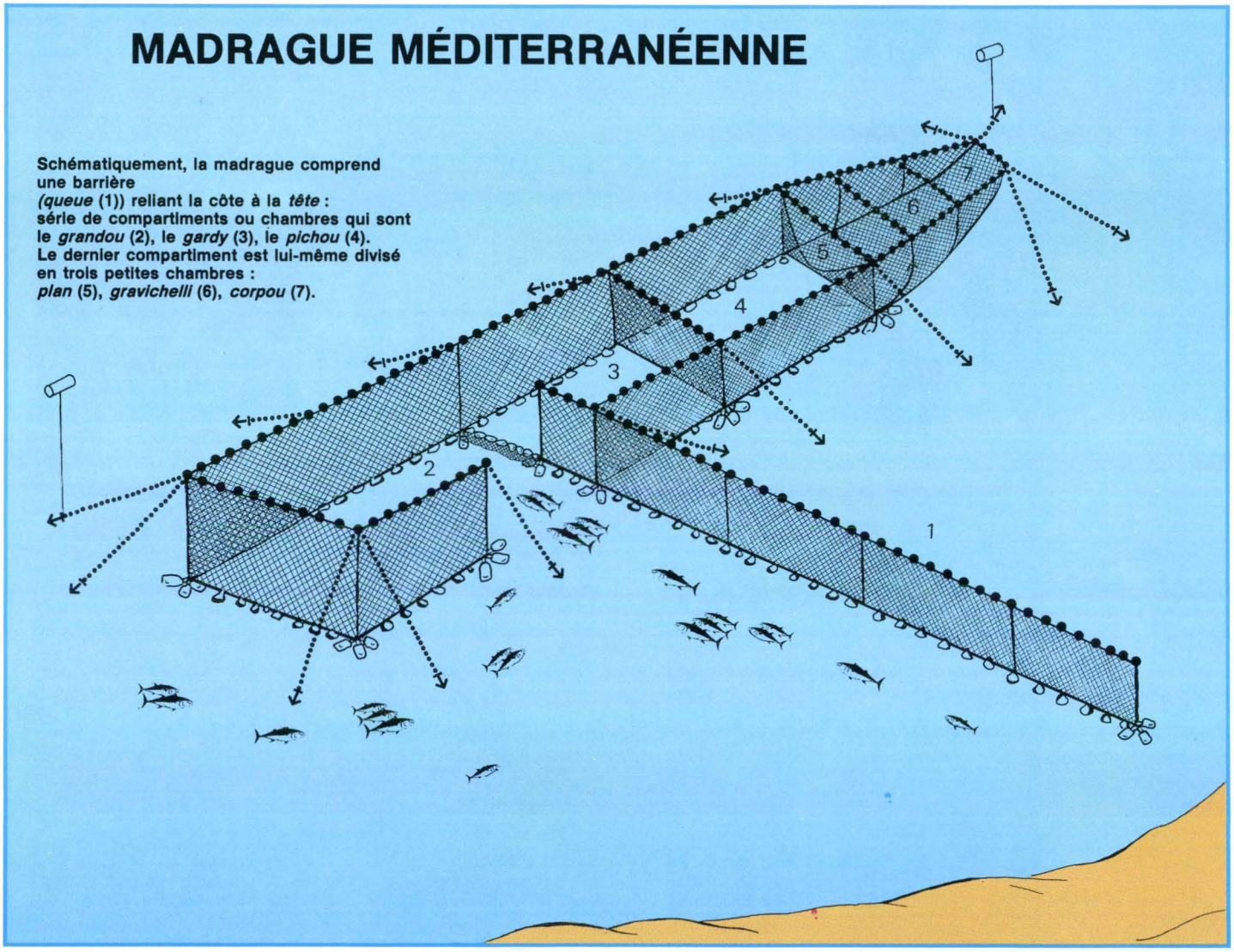
Perpendiculaire à la côte, cette muraille de filets en cordeaux de fibre de coco ajoutés bout à bout mesure huit cents mètres de long.

Bien que les mailles des filets soient assez larges, les poissons ne franchissent pas cet obstacle. Ils cherchent à le contourner et sont ainsi conduits vers l'entrée des chambres qui débouche sur le *grandou* : premier compartiment rectangulaire de soixante-dix-sept mètres de long, cinquante et un mètres de large et de haut.

Les thons se pressent dans le

(4) Les pêcheurs locaux appellent ces blocs de pierre, qui risquent de déchirer leurs filets, *manjo-gangui* ou *roumpi-badaï*. Le *badaï* (faire bailler) est une pièce de bois qui racle le fond en maintenant ouverte la poche du filet.

Mulets chargés de banastes de poissons en vrac *(dessin de P. Lutuaire - 1850).*



grandou puis s'engouffrent dans une deuxième chambre (*gardy*) par la *porto* ; cette ouverture est munie d'un filet coulissant fixé au fond, abaissable et relevable à volonté.

Plus courte que le *grandou*, le *gardy* n'a que quarante-deux mètres de long. Il est séparé de la troisième chambre (*pichou*) par un filet appelé *porto claro* (porte claire).

Ce filet possède de très grandes mailles au travers desquelles les poissons, même de grande taille, passent librement pour parvenir au *pichou*.

Cette chambre est, elle aussi, équipée d'un filet mobile qui permet de l'isoler du dernier compartiment. Celui-ci est divisé en trois petites enceintes qui sont le *plan*, le *gravichelli* et

La Tunisie poursuit actuellement l'exploitation de madragues. La plus productive a toujours été celle de Sidi-Daoud (Cap-Bon). On note une décroissance des captures depuis une quinzaine d'années. *(Ph. et source : H. Farrugio : "Exploitation et dynamique des populations de thon rouge Thunnus thynnus (Linné, 1758) atlanto-méditerranéennes" (thèse d'Etat - 1981).*

le *corpus* ou *corpou* (chambre de mort). L'ensemble a la forme d'un berceau, fermé au fond par un filet à mailles serrées (ciel) et dont la largeur décroit pour atteindre neuf mètres à l'extrémité du *corpou*.

Les centaines de thons pressés dans un espace aussi étroit, effrayés par les cris des nombreux pêcheurs, s'agitent frénétiquement. Les voilà prisonniers.

Les équipages des quatre bateaux dont celui du *raïs*, responsable de la madrague posté dans le *pichou*, s'activent à la *lève* (relève) successive des fonds du *plan* et du *gravichelli* afin de pousser dans le *corpus* l'ensemble des poissons.

"Le raïs donne le signal de la curée ; le grondement des poissons en furie se mêle à la clameur des pêcheurs."

Les thons bondissent, se heurtent entre eux, contre la barrière de filets, contre le fond, contre les barques.

Le *raïs* donne le signal de la curée ; le grondement des poissons en furie se mêle à la clameur des pêcheurs.

Chacun use de sa gaffe, de son crochet, de son harpon, de son *gantchou* (genre de faucille à manche court).

Blessés, tués puis crochés par la queue, les nageoires, les ouïes, les poissons sont soulevés à bord par un ou plusieurs pêcheurs.

L'eau sanglante du *corpou* se calme, l'écume rougeâtre s'agglutine le long des filets ; le dernier thon, blessé est recueilli délicatement par ces hommes qui ont perdu leur déchaînement de passion.

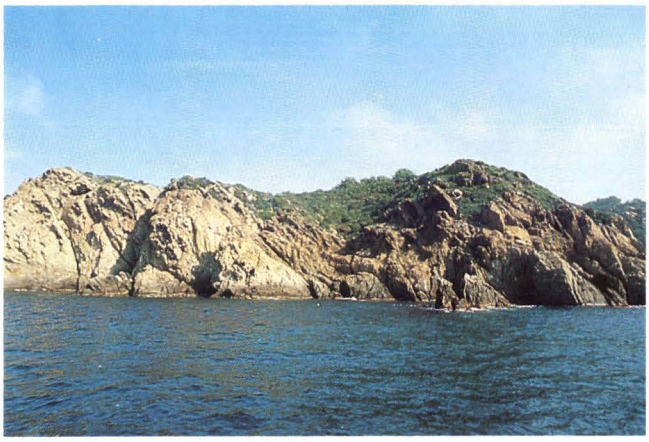
Il est hissé comme on le ferait d'un naufragé... dans un pesant silence, souligné par les seuls cris des goélands.

Les pêcheurs, abasourdis, rouges de sang, reprennent leurs bonnes figures avant de laisser éclater leur joie du travail accompli et de rouler la première cigarette. ■

Albert Degiovani

"LA PÊCHE AU THON"

Cette œuvre maîtresse de Salvador Dali, propriété de la société Ricard, est exposée au Théâtre national de Marseille "La Criée", sur le Vieux-Port. Alors qu'il peint cette œuvre de quatre mètres sur trois, en 1966, Dali déclare : *"Ce tableau est le plus ambitieux que j'aie peint, une espèce d'apothéose, l'énergie de la vie puisque les êtres humains sortent de l'élément liquide. Il y a dans mon œuvre, un espace qui contient un maximum d'énergie esthétique...". (Repro D. Dewalle).*



Naufrage du "Slava Rossii"

Un sauvetage qui valait bien une lettre de remerciements retrouvée... deux siècles plus tard

Le *"Slava Rossii"* (*"Gloire de la Russie"*) était un navire à voile, un trois-mâts de la flotte russe. Il comptait parmi la cinquantaine de bâtiments construits en chêne des forêts de Kazan, de 1732 à 1779. D'une longueur de cinquante-deux mètres pour une largeur de quinze mètres, ce vaisseau comprenait un armement de quelque soixante-six canons. Près de cinq mille boulets, sept cents grenades et soixante-quinze bombes constituaient une redoutable puissance de feu. Quant à l'équipage, il était formé de quatre cent cinquante-six officiers et marins placés sous le commandement d'Yvan Abrasimovitch Baskakov.

ILLUSTRATIONS CI-DESSUS - C'est dans la nuit du 3 novembre 1780 que le vaisseau russe *"Slava Rossii"* fait naufrage sur des rochers acérés de la côte sud de l'île du Levant *(Aquarelle et ph. Max Guérout - Groupe de recherche en archéologie navale).*

La *"Liberté des mers"*

Le navire faisait partie d'une escadre commandée par l'amiral Borisov, envoyée en Méditerranée par l'Impératrice de Russie, la Grande Catherine, pour affirmer la *"liberté des mers"*.

A ce propos, Max Guérout, vice-président du Groupe de recherche en archéologie navale (GRAN), souligne combien les recherches relatives au *"Slava Rossii"* ont mis en évidence les efforts diplomatiques de la France pour faire progresser l'idée de cette *"liberté des mers"* et la manière dont celle-ci fut adoptée par la Russie contre l'avis de la Grande Bretagne.

De part et d'autre, les motivations ont été complexes et si Vergennes, le ministre des Affaires étrangères de Louis XVI, a été dans l'affaire d'une très remarquable habileté, il faut reconnaître à Catherine II un sens politique tout aussi aigu.

La *"Ligue des Neutres"*, formée en juillet 1780 par la Russie, le Danemark et la Suède, se trouva bientôt renforcée par la Hollande, la Prusse, le Portugal, l'Autriche et les Deux-Siciles.

Ainsi, sous l'impulsion de la France, et grâce à l'action de la Russie, naissait la première expression juridique du droit des Neutres à user librement de la mer.

Un courageux et singulier sauveteur

Partie de Saint-Pétersbourg le 22 juin 1780, l'escadre russe à laquelle appartenait le *"Slava Rossii"* franchissait le détroit de Gibraltar au matin du 21 octobre pour rejoindre son port d'attache : Livourne.

Par gros temps bouché, au soir du 3 novembre, brusquement le navire vient s'empaler sur les rochers acérés de la côte sud de l'île du Levant.

Réveillés par le coup de canon de détresse tiré du bord, les paysans de l'île assistent, impuissants, au naufrage, du haut de la falaise.

C'est le lendemain matin, seulement, que M. de Saint-Aignan, lieutenant général des armées navales et commandant la Marine à Toulon, prend connaissance de l'événement dramatique qui vient de survenir.

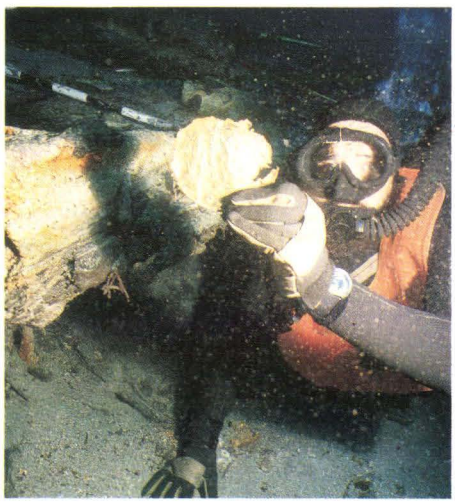
Mais, dans l'intervalle, alerté à Hyères par des pêcheurs, Louis-François de Gardanne arme une barque et vole littéralement, à la tête de quelques braves, au secours des malheureux.

Selon un manuscrit qui date du début du siècle, *"après de grands efforts et mille dangers, il parvient à sauver l'équipage et renflouer (1) le navire"*.

Sans doute, les naufragés sont-ils agrippés au bateau qui émerge encore en partie. Seulement onze hommes, onze malades qui se trouvent dans les fonds, périssent noyés.

Le reste de l'équipage sera réconforté et hébergé à Hyères et Toulon jusqu'à son rapatriement, effectué cinq semaines plus tard, par une frégate russe venant de Livourne.

Une lettre, adressée le 10 décembre 1780 par M. de Saint-Aignan au ministre de la Marine à Saint-Petersbourg, justifie la conduite du malheureux commandant Baskakov. Peut-être même avait-elle été suggérée par ce dernier. Elle constitue en tout cas un véritable plaidoyer en faveur du commandant du *"Slava Rossii"*.



Jugeons-en : *"En partageant bien sincèrement le malheur arrivé au capitaine Baskakov, je lui dois la justice de vous assurer que toute la prudence humaine et la plus grande capacité ne peuvent éviter un pareil événement sur une côte aussi perfide où plusieurs bâtiments étrangers et français se sont précédemment perdus et par un temps aussi affreux que celui que le capitaine a essuyé. Nous sommes tous, à la vérité, responsables de la perte du vaisseau qui nous est confié mais les circonstances mises sous les yeux avec la plus exacte vérité doivent, en justifiant la confiance de ce capitaine, lui conserver votre estime et votre confiance"*.

(1) Renflouer le navire ? C'est beaucoup dire, certainement, vu les moyens de l'époque et les vestiges relevés ou reconnus au cours de différentes fouilles, réalisées depuis l'invention de l'épave en 1957.

Erreur flagrante de navigation

Cette lettre, exemple de la solidarité des gens de mer, plaidant la fatalité face aux éléments déchaînés, alors qu'il est plus que probable que le naufrage fut la conséquence d'une erreur flagrante de navigation, semble avoir atteint son but.

La Grande Catherine, bien connue pour devoir son trône à l'assassinat de son époux, n'avait jamais hésité au cours de son règne à couper de nombreuses têtes ainsi que des milliers de langues pour le conserver.

Elle ne devait pas toujours être tendre en service et c'est sans doute sans indulgence excessive qu'elle a dû se pencher sur le dossier du naufrage d'un de ses plus beaux vaisseaux, porteur, qui plus est, d'un nom qui figure dans la devise même de son règne : *"Slava Rossii"*... Gloire de la Russie !

On peut penser que Baskakov, après cette infortune de mer, doit, en partie du moins, à M. de Saint- Aignan, la poursuite d'une honorable carrière, puisqu'on le retrouve officier général amiral en 1799. Il est vrai que la Grande Catherine était morte alors depuis trois ans et qu'il semble que Baskakov n'ait plus jamais exercé un commandement à la mer...

Le 5 février 1782, un navire venu de Livourne, arrive de nuit en rade des Vignettes... Le jour fait, salut est adressé à la frégate commandant la rade, laquelle le lui rend coup pour coup.

Le 10 février, assistés de pontons et de chaînes, vingt-quatre canons du *"Slava Rossii"* sont embarqués à bord de la frégate. Huit jours plus tard, neuf coups de canons, rendus à l'instant, saluent le départ du navire.

"J'ai usé, envers le capitaine et les officiers, de toutes les attentions et politesses qui dépendaient de moi", écrit le commandant dans son rapport.

La Russie impériale ressuscitée

Le récit du naufrage du *"Slava Rossii"*, dont le temps avait estompé le souvenir dans les mémoires, renaît le... 6 juin 1957.

Un plongeur de Saint-Raphaël, le docteur Delonca, président-fondateur du Groupe d'exploration sous-marine de cette même ville, découvre par quarante mètres de fond, les restes du bâtiment.

Une quarantaine d'icônes de voyage en bronze témoignent de la force du sentiment religieux dans la Sainte-Russie de la fin du XVIIIe siècle *(Ph. G.R.A.N. et Foliot - C.N.R.S.).*

Sous quelques centimètres de sable : la charpente du navire *(Ph. G.R.A.N.).*

Plaque de couche de fusil aux armes de Catherine II *(Ph. G.R.A.N.).*

"Les assurances de la de Sa Majesté la

En ces années 1956-58, le commandant Philippe Tailliez, pionnier de la plongée sous-marine, achève ses carrières successives ou simultanées de marin, de plongeur, d'océanographe et d'archéologue (2).

Alors qu'il occupe son dernier poste à la tête de l'Ecole de plongée qu'il a lui-même créée au sein de la Marine, il est enthousiasmé, selon ses propres mots, par les travaux de relevage, en cent jours, de l'épave antique du *"Titan"*.

C'est l'une des fouilles pilotes de l'archéologie sous-marine moderne, avec celle du *"Slava Rossii"* qui a lieu la même année.

Philippe Tailliez fait procéder au relevage de dix canons et quelques vestiges pouvant conduire à l'identification de l'épave.

Vingt-trois ans plus tard, l'équipe du G.R.A.N. s'intéresse aux restes du *"Slava Rossii"*. De nombreux objets : vaisselle, instruments de timonerie, armes d'infanterie sont découverts. Tous évoquent la Russie de Catherine II et parmi eux, messages émouvants, figurent une soixantaine d'icônes de voyage en bronze émaillé, constituant un ensemble remarquable de l'art populaire russe.

"La quantité de ces objets nous fit toucher du doigt la véritable originalité des épaves", note le vice-président du G.R.A.N.

"A l'inverse des sites archéologiques terrestres où s'accumulent par couches successives les témoins du passé, une épave contient tout un éventail de vestiges parfaitement contemporains, une sorte de coupe anatomique du temps." ■

Christian Frasson

(2) Voir *"Entretiens avec... Philippe Tailliez, pionnier de la plongée"*, par Christian Frasson - Revue de la Fondation océanographique Ricard (No 7 - 1984).

DOCUMENT INÉDIT

L'Imperatrice de toutes les Russies, mon Auguste Souveraine, ayant été informée des bons et utiles Services, que vous avez rendus à l'equipage de Son vaisseau la Slava Rossii, naufragé aux isles d'Hyeres ; Sa Majesté a reconnu avec autant de Sensibilité que de Satisfaction le zèle et les Soins qui vous ont animés dans cette occasion C'est pourquoi Elle m'a expressement chargé de vous faire parvenir les assurances de Sa bienveillance et du Souvenir qu'Elle conservera de ce Service

En m'acquittant des ordres de Sa Majesté Imperiale je vous prie d'être persuadés des Sentiments distingués avec lesquels, j'ai l'honneur d'être

Messieurs

Votre très humble et très obéissant Serviteur
De Chotinsky
Chargé des affaires de la Cour de Russie à celle de France.

Dans cette lettre inédite du Chargé des Affaires de la Cour de Russie et celle de France (obligeamment communiquée par Jacques Dupuy), on peut lire : *"L'Impératrice de toutes les Russies, mon Auguste Souveraine, ayant été informée des bons et utiles Services, que vous avez rendus à l'équipage de Son vaisseau la Slava Rossii, naufragé aux Isles d'Hyères ; Sa Majesté a reconnu avec autant de Sensibilité que de Satisfaction le zèle et les soins qui vous ont animés dans cette occasion. C'est pourquoi Elle m'a expressément chargé de vous faire parvenir les assurances de Sa bienveillance et du Souvenir qu'Elle conservera de ce Service.*

En m'acquittant des ordres de Sa Majesté Impériale je vous prie d'être persuadés des Sentiments distingués avec lesquels j'ai l'honneur d'être..."

bienveillance et du souvenir Grande Catherine"

par Jean Dupuy

C'est un soir de janvier 1980 que Max Guérout, alors capitaine de frégate à Toulon, manifesta le désir de me rencontrer pour m'entretenir *"de faits concernant mes ancêtres"*.

Très intrigué, je vins au rendez-vous. Le commandant me fit part de l'intérêt qu'il portait à l'épave d'un navire de guerre russe échoué en 1780 sur les côtes de l'île du Levant.

Max Guérout me conta la découverte de l'épave, en 1957, par le docteur Delonca. Il évoqua les investigations effectuées , la même année, par le Groupe d'études et de recherches sous-marines (G.E.R.S.), sous la direction du commandant Philippe Tailliez, alors qu'ils se livraient à des fouilles sur l'épave antique voisine du *"Titan"*.

Recherches et démarches

J'appris aussi que le commandant Tailliez avait procédé à des recherches en archives : grâce au commandant Morazzani, alors directeur de la Bibliothèque du port de Toulon, à Mireille Forget, archiviste, et au commandant Emmanuel Davin, réputé historien de marine, il retrouva huit lettres du plus haut intérêt concernant l'identité du navire et les circonstances de son naufrage.

Entre autres, Philippe Tailliez avait pris connaissance, par une lettre du commandant Davin, datée du 9 décembre 1957, d'une étude de M. Gustave Roux, historien distingué de la ville d'Hyères et membre de l'Académie du Var.

Cette étude citait un extrait d'un manuscrit intitulé : *"Famille de Gardanne-Sauvebonne (1450-1801)"*, rédigé en 1904 par Octave Gensollen.

Le manuscrit était détenu par un certain docteur Jean Dupuy... mon père, alors président du Centre culturel méditerranéen, demeurant à Hyères, et descendant des Gardanne par la famille Rey.

Ce document relatait l'échouage d'un navire russe, le *"Slavia Rossii"*, et le rôle qu'avait joué Louis-François de Gardanne, mon ancêtre, alors deuxième consul d'Hyères, dans le sauvetage des infortunés marins.

Plaque de poire à poudre *(Ph. G.R.A.N.).*

Dans ce texte relatif au naufrage, il était également noté que l'impératrice de Russie fit remercier mon ancêtre par son chargé d'affaires : *"Dans une lettre qu'a conservée la famille Rey, la Grande Catherine, lui transmet les assurances de sa bienveillance et du souvenir que Sa Majesté, l'Impératrice de toutes les Russies, conservera de ce service. C'était flatteur pour Louis de Gardanne et peu onéreux pour une aussi grande majesté."*

Le commandant Guérout me demanda si je savais qui détenait cette lettre. Je ne pus lui répondre que par la négative, mais lui promis de la rechercher dans ma famille. Mes recherches restèrent vaines.

Quant aux démarches (1980 à 1982), d'abord auprès de l'ambassade d'Union soviétique à Paris, puis directement aux Archives principales de la Marine de guerre à Léningrad, elles n'aboutirent pas non plus.

Le temps passa encore et, en 1987, l'affaire eut un nouveau rebondissement. Lors d'une réunion de famille, à Sauvebonne, je remis à mon cousin Jacques Dupuy la photocopie du manuscrit de Gardanne et les documents que j'avais recueillis sur le *"Slava Rossii"*.

En retour, je reçus de mon cousin les photocopies de certains documents qu'il détient à Paris sur la famille Rey et qui vinrent heureusement compléter les miens. Et parmi ceux-ci figurait... la fameuse lettre du chargé d'affaires de Catherine II.

Ainsi la piste du commandant Max Guérout était-elle bonne. Elle avait permis d'exhumer une lettre recherchée depuis trente ans.

Pour être honnête, je me dois de dire que cette missive était adressée collectivement au maire et consul de la ville d'Hyères. Louis-François aurait-il un peu tiré la couverture à lui ? Je préfère croire que c'est excès de sympathie de son biographe. ■

Louis de Gardanne

Louis de Gardanne a 18 ans quand il entre au service du Roi en 1747, au régiment de Languedoc. Pendant vingt années capitaine, sa carrière est émaillée de traits de courage.

En 1755, alors que son régiment est en garnison à l'île de Ré, il aperçoit un navire anglais de quatorze canons en difficulté de manoeuvre.

Il saute dans une felouque avec ses grenadiers et ramène le navire à portée des canons de la citadelle.

La prise est vendue mille livres qu'il distribue, grand seigneur, à sa troupe sans rien garder pour lui : ce qui lui vaut d'être vivement morigéné par son colonel, le comte de Morangis.

Une mauvaise chute qui lui paralyse la jambe gauche interrompt sa carrière aux armées.

Promu chevalier de Saint-Louis en récompense de ses hauts faits, il rentre à Hyères, son pays natal, dont il est nommé maire Premier consul jusqu'en 1782.

Franc-maçon, il parvient au grade élevé de *"Souverain commandant du Temple"* ; Louis de Gardanne appartenait à cette petite noblesse acquise aux *"idées nouvelles"* qui rêvait d'une monarchie constitutionnelle. Il mourut très chrétiennement le 22 juillet 1799.

OCÉANORAMAGAZINE

LA MER, VUE DES EMBIEZ ET D'AILLEURS - NOTES D'INFORMATION - DÉCEMBRE 1988

VIe séminaire international sur les Echinodermes aux Embiez

BILAN DE SANTÉ POUR L'OURSIN

La campagne de protection de l'oursin et de sensibilisation du grand public, lancée par la Fondation et le Centre d'étude des ressources animales marines, vient de franchir un nouveau pas avec le VIe séminaire international sur les Echinodermes. Il s'est tenu du 19 au 22 septembre 1988 aux Embiez (Var) et a réuni soixante-dix spécialistes venus d'une dizaine de pays différents qui ont planché sur ce groupe d'animaux qui comprend aussi l'étoile de mer et l'holothurie (concombre de mer).

La morphologie, l'anatomie de différents organes de certains Echinodermes ont été analysées, commentées.

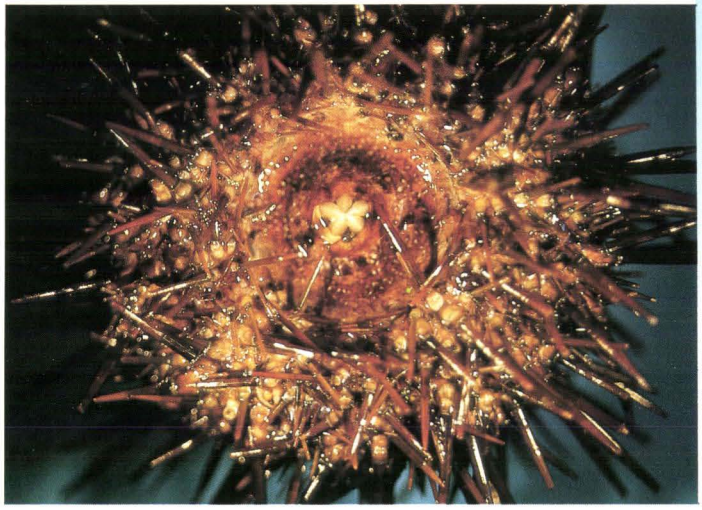
Sur le plan de la reproduction, les travaux ont essentiellement porté sur les larves, leur nutrition, leur métamorphose.

Divers aspects biochimiques et les effets des pollutions domèstiques et industrielles ont fait l'objet de tables rondes et de discussions. Les spécialistes ont pu ainsi évaluer les risques d'intoxication encourus par les consommateurs d'oursins, le problème des normes et des seuils de toxicité.

D'autres thèmes comme les prédateurs ou parasites des Echinodermes, les techniques d'échiniculture ont été abordés jusqu'à... l'utilisation de l'œuf d'oursin comme modèle biologique dans la recherche et la mise au point de médicaments possédant des propriétés antibiotiques.

Au total, ce séminaire international, d'un très haut niveau scientifique, a permis une nouvelle avancée de la connaissance d'une espèce encore méconnue par certains aspects.

Il a montré, souligne sa présidente, Mme Régis, cette action des scientifiques pour inciter au "respect des ressources marines qui ne sont pas inépuisables et faire comprendre combien la recherche fondamentale est nécessaire même si elle concerne des petites "bêtes" apparemment sans intérêt". ■



Partie inférieure du test : au centre, la bouche qui est garnie d'un appareil masticateur complexe appelé "lanterne d'Aristote" ***(Ph. A. Riva).***

Des spécialistes de renommée internationale ont participé à ce colloque scientifique ***(Ph. C. F.).***

fondation océanographique
RICARD

Une action d'intérêt général

CONNAITRE, PROTÉGER LA MER

Scandalisé par le rejet de "boues rouges" en Méditerranée, effrayé par l'extension et les dégâts de la pollution marine, Paul Ricard a créé l'association qui porte son nom en 1966. Son objectif : contribuer à l'étude de la mer, réaliser toutes actions pour dénoncer les agressions qui la menacent.

ÉTUDIER

- la mer, en laboratoire et sur le terrain, à l'île des Embiez principalement,
- la vie qui la caractérise, les relations entre les différentes espèces,
- les moyens de lutter contre la pollution provenant, par exemple, des rejets urbains ou des hydrocarbures,
- les possibilités de favoriser l'aquaculture qui apportera des compléments à la pêche, conjointement avec de grands organismes tels que l'Ifremer, Elf-Aquitaine, le ministère de l'Environnement, des agences de bassin, des universités...

INFORMER

les autres spécialistes, le grand public, des travaux réalisés et des résultats obtenus, au moyen de publications, visites commentées, conférences, projections, expositions, en liaison, notamment avec les enseignants.

FORMER

des amateurs à l'aquariologie et à la découverte du milieu marin méditerranéen, compléter la formation d'étudiants en thèse, D.E.A., ingéniorat..., de professeurs de biologie.

COMITÉ D'HONNEUR

Paul RICARD *Fondateur*
Roland NUNGESSER *Président d'honneur*
Jean-Charles ARNAUD *Président honoraire*
Jacques CHOUTEAU *Vice-président honoraire*
Louis BERGAMASCHI
Jean-Marie LABORDE
Claude BOUILLOUX-LAFONT
Yves LA PRAIRIE
Georges CROISILE
Jean-Marie PÉRÈS
Jean DORST
Patrick RICARD
Roger GAUTHERET
André STORELLI
Haroun TAZIEFF

CONSEIL D'ADMINISTRATION

BUREAU

Président **Jean-Pierre PEYRET**
Vice-président **Georges MARTIN**
Responsable scientifique **Nardo VICENTE**
Secrétaire général **André SEGUI**
Trésorier **Colette BONNENFANT**

MEMBRES

Jean-Charles ARNAUD
Robert MIARD
Claude ARZILLIER
Roger MOLINIER
Baptistin BORELLO
Gabriel PÉRÈS
Christian CARRÈRE
Félix ORTOLAN
Hubert Jean CECCALDI
Marcel ROUSSEAU
André HOURCASTAGNÉ
Georges SERENON
Philippe TAILLIEZ

Adhérez pour renforcer cette action

La Fondation est une association régie par la loi du 1er juillet 1901, sans but lucratif. Elle compte près de mille adhérents en France métropolitaine et outre-mer, en Suisse, en Belgique, aux Etats-Unis... qui appuient son action d'intérêt général (*).

La cotisation comprend notamment le service gratuit de la revue "Océanorama", semestrielle, et des "Notes d'information". Les adhérents bénéficient, en outre, de tarifs spéciaux, par exemple sur l'entrée aux conférences d'été, sur le prix de certaines éditions de la Fondation. Pour eux, l'accès aux aquariums et au musée des Embiez est gratuit sur présentation de leur carte de membre de l'année en cours.

Visitez les aquariums et le musée

Aux Embiez, au fort Saint-Pierre, de nouveaux aquariums ont été installés en 1988. D'autres seront créés en 1989 et les plus anciens rénovés. Avec le musée, ils sont ouverts toute l'année, sauf le 1er janvier et les 25 et 26 décembre, de même que le mercredi matin, d'octobre à mars. Se renseigner en téléphonant au 94.34.02.49.

Pour les groupes, il est nécessaire de prendre rendez-vous, soit pour la visite, soit pour une causerie ou une projection. Réservations par téléphone.

Découvrez les Embiez...

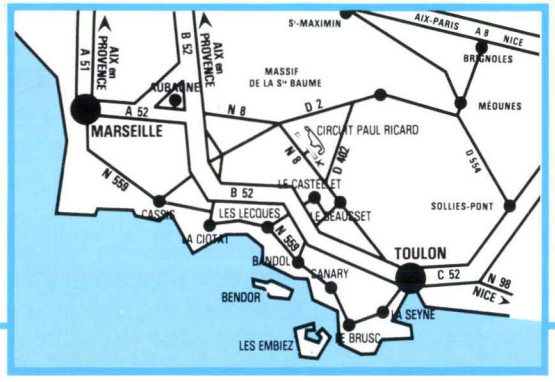
L'île vous offre de nombreuses possibilités de visites, de promenades et de loisirs. Vous pourrez suivre le sentier touristique, effectuer le tour de l'île en petit train, vous baigner sur des plages peu profondes ou dans des criques isolées. L'île comporte des possibilités d'hébergement : hôtel, appartements, studios (société S.E.P.T.-Vacances, tél. 94.74.99.00), et de restauration.

Elle est accessible tous les jours. Des vedettes assurent toute la journée la traversée maritime à partir du port du Brusc, à Six-Fours-les-Plages, près de Sanary et de Toulon. Pour les horaires, se renseigner en téléphonant au 94.34.07.51.

... et le milieu marin méditerranéen

Des stages d'aquariophilie d'une durée d'une semaine sont proposés aux Embiez. Ils intéressent aussi bien le profane qui désire élever des poissons chez lui qu'un responsable d'aquarium public, par exemple. D'autre part, des stages de plongée biologique sont organisés en collaboration avec le centre de plongée de l'île des Embiez. Pour tous renseignements, téléphoner au 91.98.12.74.

(*) Renseignements et bulletin d'adhésion sont à demander à la Fondation océanographique Ricard, 81, bd Anatole-de-la-Forge, 13014 Marseille.



PACIFIC
de RICARD
1537V
PACIFIC
PACIFIC
RICARD
BOISSON AUX EXTRAITS D'ANIS
BOISSON SANS SUCRE
La plage à perte de vue... Le soleil... Et Pacific ! Sain, désaltérant, au goût rafraîchissant d'anis, Pacific apaise les plus grandes soifs. Avec Pacific, largement éclaboussé d'eau, faites une trêve de fraîcheur.
Après le fun, après les vagues, plongez dans l'été avec Pacific !
MOINS D'UNE CALORIE PAR VERRE.
FCA!