

LA CIESM⁽¹⁾ :

RECHERCHE MULTILATÉRALE

AU SERVICE DE LA PROTECTION MARINE

par
le Professeur F. BRIAND ⁽²⁾

La Principauté de Monaco abrite depuis près d'un siècle une institution originale : la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée. Organisation intergouvernementale qui compte parmi ses membres la plupart des pays riverains du bassin méditerranéen, la CIESM joue un rôle de coordination de la recherche océanographique méditerranéenne et d'expert auprès des décideurs nationaux et internationaux. Ses liens avec la Principauté ne se limitent pas à la géographie. En effet, la création de la Commission est largement due à l'initiative du Prince Albert 1er, qui fut son premier Président. Aujourd'hui, le Prince Rainier III, régulièrement reconduit à la présidence de la CIESM par ses Etats-membres depuis 1951, veille activement à son évolution et à son développement.

Une longue histoire

“Exploration scientifique”, l'expression évoque irrésistiblement l'esprit pionnier et fleure bon le début du siècle. Et pour cause : les origines de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée remontent à 1908. Le IXe congrès international de Géographie, déplorant les lacunes dans la connaissance de la région, confiait alors à un comité, présidé par le Prince Albert 1er de Monaco, le soin de jeter les bases d'une future Commission de la Méditerranée. En mars 1910, le Prince Albert 1er soumettait ses premières conclusions au Comité réuni au Musée Océanographique, inauguré la veille. Il était convenu que la toute nouvelle Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée se réunirait à Rome l'année suivante. Mais en raison de conflits armés, la réunion ne put se tenir qu'en février 1914. Là furent posées les bases d'une Assemblée constitutive rassemblant les États riverains de la Méditerranée et de la mer Noire. La Première Guerre mondiale reporta de quelques années la tenue de cette réunion fondatrice.

Le 17 novembre 1919 à Madrid, en présence du Roi d'Espagne et du Prince Albert 1er, premier Président de la CIESM, cinq États indépendants (France, Espagne, Italie, Grèce et Principauté de Monaco) présidèrent à la fondation de la Commission, avec, à leurs côtés, l'Egypte sous protectorat britannique, la Tunisie sous protectorat français, l'Algérie et la Tripolitaine (Libye), colonies française et italienne. Ces membres de la première heure furent rapidement rejoints par la Roumanie, le royaume des Serbes, Croates et Slovènes, la Turquie ainsi que par des pays sous mandat britannique, français et espagnol : Chypre, Palestine, Syrie, Haut-Liban et Maroc. La CIESM couvrait alors la quasi-totalité du pourtour méditerranéen et une bonne partie des côtes de la mer Noire. Pendant une vingtaine d'années, le Bureau central et l'Assemblée plénière se réunirent régulièrement. Durant cette période, la CIESM fit preuve d'une grande activité, notamment en océanographie physique et biologique, publiant plus de 150 communications scientifiques et 467 planches sur la faune et la flore méditerranéennes.

La Seconde Guerre mondiale vint interrompre les activités de la Commission, une interruption qui faillit être définitive. En effet, le Conseil économique et social des Nations unies souhaitait que les agences spécialisées nouvellement créées de l'ONU puissent agir seules en Méditerranée. Les nations méditerranéennes, soucieuses de veiller au premier chef aux intérêts de leur région, surent résister aux pressions. Les efforts conjoints des commissions nationales de la CIESM qui s'étaient reformées seules après la guerre, et de la France, alors pays hôte du Secrétariat général, permi-

(1) *La Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée.*

(2) *Directeur Général de la CIESM.*

Le logo de la CIESM ci-contre représente l'étoile de mer *Hacelia attenuata*, répandue dans toute la Méditerranée et la province atlantique proche (jusqu'aux Açores). On trouve *Hacelia attenuata*, appelée communément "étoile de mer lisse", sur les fonds rocheux et coralligènes entre 3 et 150 mètres de profondeur (surtout entre 20 et 50 mètres). D'une taille moyenne de 20 centimètres, elle présente une coloration orange ou rouge écarlate. Le dessin d'*Hacelia attenuata* est reproduit d'une planche réalisée au début du siècle pour un ouvrage consacré aux campagnes océanographiques de S.A.S le Prince Albert 1er, à bord du yacht *Princesse Alice*. Lors de la campagne de 1897, plusieurs individus de cette espèce furent récoltés à une profondeur de 98 mètres.



rent la reprise des activités. En février 1951, la XIIe Assemblée plénière pouvait enfin se tenir à Paris.

La Commission sut accueillir auprès des anciennes puissances coloniales les nouveaux états indépendants, à l'exception de la Libye et du Liban. Cette indépendance vis-à-vis des conflits nationaux est d'ailleurs une des clés de la remarquable stabilité de son champ géographique. En 1969 et 1970, deux pays non riverains, l'Allemagne et la Suisse, vinrent grossir les rangs de la CIESM. Plus récemment, ce fut le tour de Malte (1990), de la Croatie et de la Slovénie (1992). Enfin, l'adhésion de l'Ukraine en 1992 lui a offert une ouverture vers l'Est et une meilleure couverture de la mer Noire. Derniers venus en 1995, les Pays-Bas portent désormais à 22 le nombre des Etats-membres de la Commission.

Aujourd'hui, la Commission est moins axée sur l'exploration et le plaisir intellectuel de la découverte que sur les applications de la recherche à la protection et à la gestion concertée d'un milieu menacé : recherches en géologie marine, océanographie physique et chimique, recherches sur la biodiversité marine, les introductions et les disparitions d'espèces, sur les courants, la radioactivité, les applications satellitaires, etc.

Une organisation internationale originale

La CIESM se distingue des autres organismes internationaux par sa structure et son champ géographique.

Sa structure :

Une commission scientifique puissante, car intergouvernementale mais dotée d'une grande souplesse de fonctionnement et d'une totale indépendance d'opinion.

A la création de la CIESM, la volonté de ses fondateurs est claire : donner un poids réel aux recommandations des "savants". A cette fin, les représentants des États-membres au Bureau central, organe exécutif de la CIESM, sont choisis par les gouvernements ; ils sont pour la plupart responsables de grands instituts de recherche dans leurs pays respectifs. Chaque État dispose d'une voix au sein de cette instance qui se réunit au moins une fois par an autour de son Président. Les Etats-membres ont élu à ce poste S.A.S le Prince Rainier III de Monaco et au poste de Secrétaire Général, le Professeur François Doumenge, Directeur du Musée Océanographique de Monaco. L'Assemblée plénière se réunit tous les trois ans, aux mêmes dates que les Congrès. Elle fixe le programme des travaux scientifiques qui devront être poursuivis par les Etats-membres.

Les fondateurs veillèrent aussi à accorder à la Commission une indépendance par rapport aux pouvoirs politiques, condition *sine qua non* de son efficacité dans une zone marquée par les conflits. Cette indépendance a donné à la CIESM la capacité de surmonter les recompositions politiques majeures de la région et de maintenir depuis son origine de réelles collaborations entre scientifiques originaires d'Etats séparés par de graves tensions. Elle lui a aussi permis de ne pas se faire absorber par le système des Nations unies et de conserver ainsi un fonctionnement souple et léger qui manque souvent aux grandes agences internationales.

Son champ géographique :

La mer Méditerranée et les mers tributaires.

La CIESM est à ce jour la seule organisation internationale, avec le Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée de la FAO, dont le périmètre des travaux couvre à la fois la Méditerranée et la mer Noire. Une approche régionale au sens large qui reflète bien l'unité géo-climatique du système étudié. Elle offre également l'intérêt de réunir dans un champ géographique bien déterminé, très fragilisé par les agressions anthropiques, toute la dynamique et les difficultés des transferts Nord-Sud et Ouest-Est indispensables au développement durable.

Une autorité scientifique

Afin de guider les politiques scientifiques de ses Etats-membres, la CIESM collabore avec environ 500 labora-



LES ETATS-MEMBRES
DE LA CIESM (en jaune)

toires implantés sur le pourtour méditerranéen. Plus de 2000 chercheurs composent ses 11 comités scientifiques. Ils sont originaires de plus de 50 pays, car les collaborations de la Commission dépassent largement les frontières des 22 pays adhérents. Cinq de ces comités scientifiques et 40% des chercheurs relèvent des sciences océanographiques exactes tandis que les autres poursuivent des recherches sur les ressources vivantes.

La diversité de son réseau scientifique tant sur le plan disciplinaire que géographique offre à la CIESM des conditions privilégiées pour détecter les problématiques naissantes. Dès lors, elle peut réagir rapidement et prendre l'initiative de nouveaux programmes de recherche. Pour ne citer que les deux plus récents :

- L'analyse rigoureuse des cycles de variations du plancton méditerranéen devrait permettre de détecter un changement global de l'environnement. Pour ce faire, un programme a vu le jour, basé sur l'homogénéité des méthodes et la simultanéité de l'échantillonnage entre 25 stations du pourtour méditerranéen.

- Depuis l'ouverture du canal de Suez, plus de 300 espèces provenant de mer Rouge se sont implantées en Méditerranée. Quel est leur impact sur la biodiversité méditerranéenne ? Faut-il y lire le signe d'un changement durable des écosystèmes marins et côtiers, y voir un danger ? Ces importantes questions sont au coeur d'une vaste réflexion engagée par plusieurs comités scientifiques de la CIESM et ont déjà fait l'objet d'un volume préliminaire établi pour la Commission des Communautés européennes

(Les espèces introduites dans les eaux côtières européennes, 1993).

Visant à une efficacité optimale et à une cohérence des moyens, la Commission développe nombre de ses projets en collaboration avec les grandes agences internationales, telles que la Commission Océanographique Intergouvernementale (COI/UNESCO), l'Agence Spatiale Européenne, l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, le Bureau Hydrographique International, le Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée, ... ou encore les diverses instances de l'Union européenne.

Une vocation d'expert et d'aide à la décision

Forte de ces atouts confortés par la compétence et la diversité de son réseau scientifique, la Commission joue aujourd'hui un rôle qui va bien au-delà du simple appui à la recherche. Elle intervient comme expert et conseiller impartial auprès des décideurs nationaux et internationaux. Son approche, à la fois régionale et pluridisciplinaire, est particulièrement recherchée en tant qu'outil d'aide à la décision pour une gestion durable des ressources marines et côtières.

Il s'agit bien là d'une préoccupation centrale pour les pays du bassin de la Méditerranée et de la mer Noire, une région qui, comme le soulignait en 1992 au Sommet des Chefs d'Etat de la Planète réunis à Rio de Janeiro, le Prince Rainier III, illustre à elle seule toute la complexité des problèmes d'environnement et de développement de la planète.

LE JARDIN EXOTIQUE DE MONACO

par
J.M. SOLICHON ⁽¹⁾

Le Jardin Exotique de Monaco a ouvert ses portes au public en février 1933, mais son histoire remonte à la fin du siècle dernier. En 1895, Augustin Gastaud, jardinier-chef des jardins du Gouvernement monégasque, entreprit de constituer pour son propre plaisir une collection de ce que l'on appelait alors des "plantes grasses". Des catalogues imprimés datés de 1905 (320 "variétés" de cactées et 264 "variétés" de plantes grasses) et de 1921 (3 500 espèces et variétés) attestent de l'attention et du succès avec lesquels cette collection fut suivie dès son origine.

Ces végétaux furent rassemblés sur le Rocher de Monaco, à l'emplacement actuel des Jardins Saint-Martin. Cultivés avec passion et grâce à un climat tout à fait remarquable, ils se développèrent si bien qu'ils attirèrent l'attention du "Prince Savant", Albert 1^{er}. Celui-ci décida de la création d'un jardin entièrement consacré à ces plantes.

En 1912, fut acquis le promontoire de l'Observatoire, ainsi nommé car y était édifié un petit observatoire astronomique. Ce lieu semblait donner toutes les garanties requises car y poussaient déjà spontanément Agaves et Figuiers de Barbarie. Ce choix fut déterminant pour le destin de ce jardin car cet emplacement s'est avéré particulièrement adapté aux végétaux qui en font la spécificité et qui, pouvant se développer dans les meilleures conditions, lui ont conféré une renommée internationale.

(1) *Directeur du Jardin Exotique de Monaco*

Photo J.M. SOLICHON



Photo J.M. SOLICHON

*Ariocarpus
Retusus*



Le dessin du jardin fut l'œuvre de Louis Notari, Ingénieur en Chef des Travaux Publics, qui donna ici la pleine mesure de son immense talent. Des passerelles furent installées, des rochers artificiels vinrent modeler ce lieu tout en servant de brise-vent. Un mélange terreux spécialement adapté fut apporté dans des poches aménagées à l'aide d'enrochements pour constituer "la plus grande rocaille à plantes succulentes du monde".

Le Jardin Exotique de Monaco fut inauguré par S.A.S. le Prince Louis II le 13 février 1933. Cette année-là, il reçut 22 000 visiteurs ; 50 ans plus tard la fréquentation annuelle a dépassé le demi-million de personnes.

La spécificité de ce Jardin est donc d'être consacré entièrement aux plantes que l'on appelait autrefois "grasses" et que l'on préfère qualifier aujourd'hui de "succulentes". Les plantes succulentes sont gorgées de sucs, de réserves aqueuses stockées dans des organes hypertrophiés. Il s'agit là d'une adaptation leur permettant de traverser les longues périodes de sécheresse qu'elles connaissent dans leur milieu naturel.

Les plantes succulentes les mieux connues du grand public sont les "Cactus" ou plantes de la famille des Cactacées, toutes originaires du continent américain. Leur aire de répartition est assez vaste puisqu'elle s'étend depuis la Colombie Britannique au Nord, jusqu'à la Patagonie au Sud. Homologues des Cactacées, mais provenant du continent africain, certaines Euphorbiacées succulentes leurs sont à ce point ressemblantes qu'on les nomme "cactiformes".

D'autres familles botaniques possèdent des genres ou des espèces qui composent également le vaste ensemble des "succulentes" : Agavacées, Crassulacées, Asclépiadacées, Liliacées, Aizoacées, Apocynacées, Vitacées, etc... Chacune est représentée dans le Jardin, parfois avec abondance, parfois avec discrétion lorsque les conditions d'une acclimatation parfaite ne sont pas toutes réunies.

L'intérêt ornemental de ces végétaux est indéniable : masses colorées des fleurs d'Aloe en hiver ou de Lampranthus au printemps, formes bizarres et tourmentées de la plupart des Cactacées et gigantisme de ceux qui, largement centenaires car provenant de la collection originelle, atteignent ici les proportions incroyables qu'ils atteignent dans leurs pays d'origine. La taille de ces plantes (jusqu'à 10 m de haut), leur croissance en plein air et le cadre prestigieux dans lequel s'insère ce jardin nous autorisent à considérer qu'il ne possède pas d'équivalent au monde.

Dès 1955, sous l'impulsion de Marcel Kroenlein, Directeur de 1969 à 1993, et de la Mairie de Monaco, propriétaire et gestionnaire du Jardin Exotique, s'est développé le Centre Botanique. Trois rôles sont attribués à ce centre composé de serres et d'abris dont la superficie dépasse 5 000 m² :

1. L'élevage des sujets destinés à prendre place au jardin.
2. La culture d'exemplaires spectaculaires afin de participer aux Florales et autres manifestations florales ou horticoles.
3. L'entretien de la collection botanique spécialisée, bien entendu, en plantes "succulentes".

La conservation de cette multitude de plantes, aux besoins souvent différents, implique de nombreuses recherches et essais de culture. La Direction du Jardin a établi des relations avec plusieurs centaines de jardins botaniques, d'universités, de voyageurs, de botanistes amateurs, de collectionneurs éclairés et d'horticulteurs.

L'accroissement des collections est obtenu grâce à des échanges, des dons et des achats. Des voyages d'étude sont effectués dans les pays d'origine ; ces déplacements permettent de réaliser de nombreuses observations in situ, de ramener des documents photographiques (précieux pour les publications et les conférences) et d'établir sur place des relations bénéfiques.



*Pachypodium
Namaquanum*



*XX ANS D' ACTIONS
DES INSTITUTIONS PRÉSENTES A MONACO*

La volonté des Responsables actuels est de donner à cette Collection le caractère d'un véritable jardin botanique. Pour ce faire, un inventaire a été entrepris. Parallèlement, un long travail d'identification et de recherche de l'origine des espèces en culture a débuté. Dans les prochaines années, l'accent sera mis sur les sujets pour lesquels une localité d'origine est connue et sur ceux ayant un intérêt historique. L'informatisation des données facilitera ce travail.

Il y a lieu de considérer que les conditions climatiques privilégiées de la Principauté permettent le développement, la floraison et la fructification de certaines espèces de succulentes à qui cette possibilité n'est pas offerte dans les autres jardins botaniques européens. Nous pouvons donc tenir ici un rôle tout à fait précieux dans l'obtention de matériel végétal aux fins de conservation.

Il faut savoir, en effet, qu'une grande partie des plantes succulentes est considérée comme menacée dans son habitat naturel et protégée par la Convention de Washington. Citons notamment l'ensemble de la famille des Cactacées (une trentaine d'espèces et quatre genres entiers sont à

l'Annexe I, le reste à l'Annexe II). Plusieurs espèces des genres Aloe, Pachypodium, Dudleya et Euphorbia sont également à l'Annexe I de la CITES. Une importante proportion de ces taxons figure dans la collection du Jardin Exotique de Monaco.

Chaque espèce présente en culture est répertoriée et son origine enregistrée. Une personne est chargée de la récolte des fruits et du traitement des graines. Chaque année un Index Seminum est édité. Il est adressé à environ 500 jardins botaniques dans le monde. 5000 sachets de graines en moyenne sont expédiés annuellement dans une quarantaine de pays différents. Nos collections ont également fait l'objet d'observations et d'expériences dans le cadre de travaux réalisés par des étudiants stagiaires ou des chercheurs dans diverses disciplines.

Le Jardin Exotique de Monaco est membre de l'I.O.S. (organisation internationale de recherche sur les plantes succulentes) qui regroupe des scientifiques intéressés par cette spécialité de la botanique. Notre Etablissement est également le Siège de l'Association Internationale des Amateurs de Plantes Succulentes (A.I.A.P.S.) qui publie une revue trimestrielle "Succulentes".

LES ACTIVITÉS DU LABORATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN DE L'A.I.E.A.

(AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE)

par

F. BOISSON et M.S. BAXTER ⁽¹⁾

Créée en 1957 conformément à une décision de l'Assemblée générale des Nations-Unies, l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique est une organisation intergouvernementale indépendante. Elle a son siège à Vienne en Autriche et elle compte cent vingt deux États Membres qui coopèrent pour atteindre les principaux objectifs de son statut : "hâter et accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier et s'assurer, dans la mesure de ces moyens, que l'aide fournie par elle-même ou à sa demande ou sous sa direction ou sous son contrôle n'est pas utilisée de manière à servir à des fins militaires". Elle est habilitée à encourager la recherche et le développement des applications pacifiques de l'énergie atomique ainsi qu'à favoriser les échanges de renseignements scientifiques et techniques.

Le Laboratoire International de Radioactivité Marine (1961-1986)

A la fin des années 50 l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique prévoyait la nécessité de connaître le comportement des matières radioactives dans les océans. Son Altesse Sérénissime le Prince Rainier III accueillit en novembre 1959 le premier congrès scientifique international sur le stockage des déchets nucléaires. Ce même engagement pour la protection de l'environnement marin aboutit en 1961 à la signature d'un accord tripartite entre l'AIEA, le Gouvernement Princier et une fondation privée, l'Institut Océanographique, pour la création du Laboratoire International de Radioactivité Marine. Le Laboratoire s'installa dans un bâtiment de renommée internationale : le Musée Océanographique.

Le programme de ce laboratoire était alors d'étudier les facteurs environnementaux "influant sur le passage depuis l'eau de mer jusqu'à l'homme, à travers divers organismes marins, des éléments radioactifs les plus importants évacués des réacteurs nucléaires terrestres ou éventuellement installés sur des navires". Au fil des années, le laboratoire s'est progressivement équipé, modernisé, agrandi et, à la seule recherche fondamentale sur la radioactivité dans les océans, se sont ajoutées des activités de services telles que :

- contrôler la qualité des analyses ;
- assurer, pour les États Membres, la formation de leur personnel et un service d'assistance et de conseil.

Le Laboratoire de l'Environnement Marin

En 1986 a été conclu l'accord historique de siège entre l'AIEA et le Gouvernement Princier. C'est en 1991 que Le Laboratoire International de Radioactivité Marine a pris une appellation plus large, correspondant mieux à ses pré-occupations. Il est ainsi devenu le Laboratoire de l'Environnement Marin. C'est le seul laboratoire marin au sein du système des Nations-Unies. Il emploie environ quarante personnes représentant une vingtaine de nationalités. Il dépend du département "Recherche et Isotopes" de l'AIEA et il est financé principalement par l'AIEA (40%), le Programme des Nations-Unies pour l'Environnement et la Principauté de Monaco. Un financement ponctuel est

(1) *Directeur du Laboratoire de l'Environnement Marin de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique.*

assuré par l'intermédiaire de contrats passés avec des Etats Membres de l'AIEA ou des Organisations Internationales.

Le mandat de ce Laboratoire est triple :

- effectuer des recherches sur la radioactivité marine naturelle, accidentelle ou intentionnelle afin de prévoir son comportement dans l'environnement marin et les doses de radiation potentielles pour l'homme ;
- connaître les niveaux de radioactivité des mers dans lesquelles ont été rejetés des déchets nucléaires et évaluer les conséquences sur l'environnement ;
- aider les Etats Membres ainsi que les Organisations Internationales ou régionales à faire face aux problèmes de la pollution radioactive ou non radioactive de l'environnement marin en formant leur personnel, en établissant des programmes de recherche coordonnée, en assurant des services de contrôle de la qualité des études réalisées par les laboratoires nationaux et en dispensant conseils et assistance (*Figure 1*).

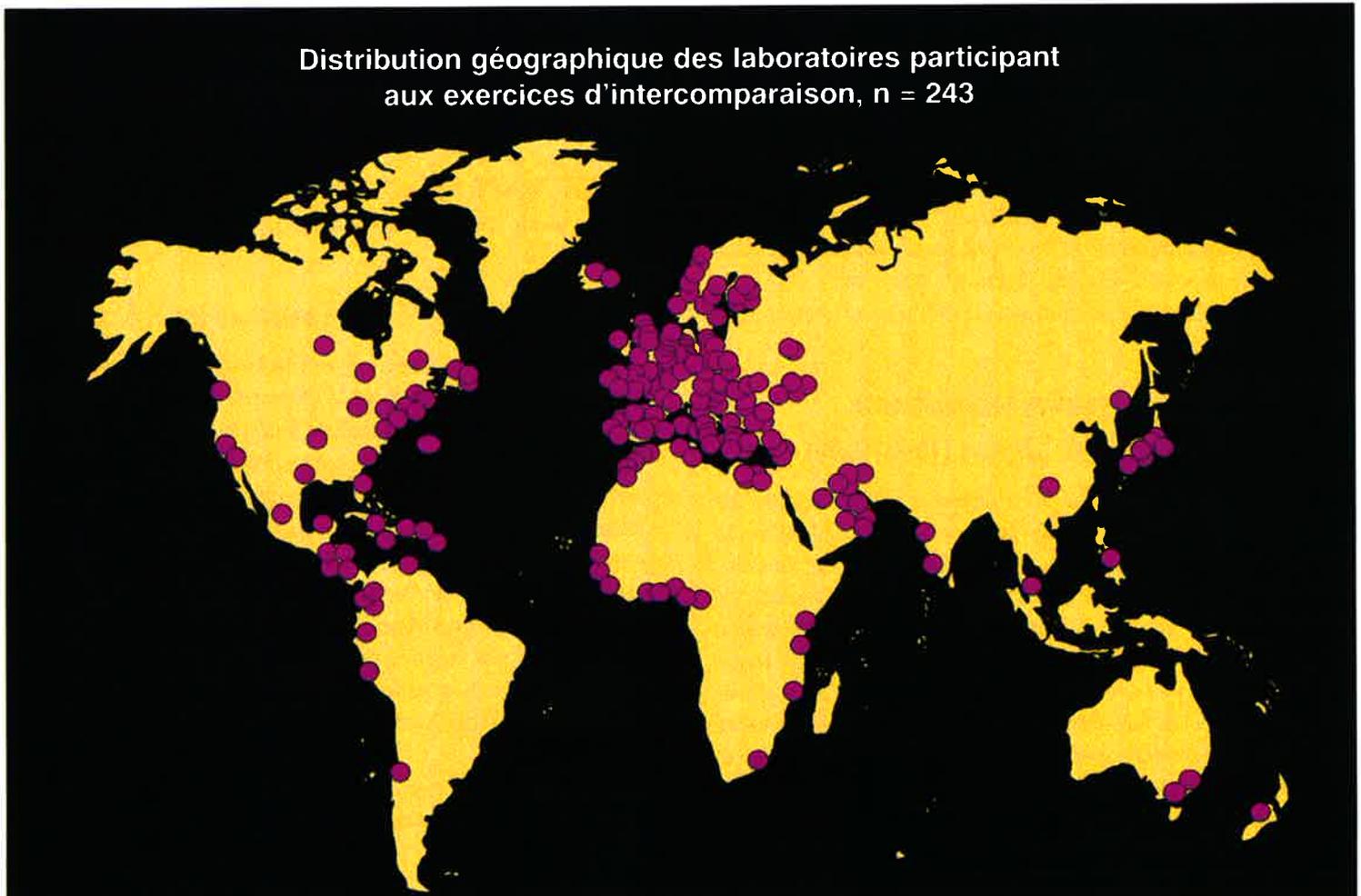
Plusieurs types d'activités sont développées au Laboratoire.

Recherches sur la radioactivité marine

La radioactivité dans les océans peut être de source naturelle comme la croûte terrestre ou le rayonnement cosmique ou bien être produite par l'activité humaine. Dans ce cas, on peut citer : les retombées des essais nucléaires, le rejet contrôlé d'effluents liquides faiblement radioactifs, l'évacuation de déchets solides emballés, les accidents de centrales nucléaires, les accidents en mer (navires et sous-marins à propulsion nucléaire, avions, satellites) et certaines industries non nucléaires.

Les recherches effectuées au Laboratoire pour les programmes de l'AIEA ou dans le cadre de collaborations ont pour objectif de fournir des informations scientifiques quantitatives sur les conséquences de la pénétration de matières radioactives dans l'environnement marin. Il est en effet important de connaître leur comportement dans l'eau de mer, leur devenir dans la chaîne alimentaire et leur contribution à la dose de radiation absorbée par l'homme. Ces études s'effectuent suivant deux modalités :

Figure 1
Répartition géographique des laboratoires collaborant avec le Laboratoire de l'Environnement Marin (d'après M. Horvat).



1) la première d'entre elles est le travail à la mer qui permet de mettre en évidence le cycle physique, chimique et biologique des éléments, c'est-à-dire leur distribution, leur mode de transfert et les flux qui leur sont associés. Le Laboratoire participe à plusieurs programmes internationaux, comme par exemple :

– DYFAMED, programme français réalisé en Méditerranée nord-occidentale pour lequel nous appliquons des techniques nucléaires pour étudier le transport, depuis la surface vers le fond des océans, du carbone et de certains éléments radioactifs naturels ou artificiels. Le gaz carbonique est en effet "pompé" par la matière organique végétale présente dans les océans. Or, le gaz carbonique représente 50 à 60% des gaz responsables de l'effet de serre, aussi, connaître le comportement du carbone permettra de mieux évaluer le rôle des océans dans les changements climatiques. C'est également dans le cadre de ce programme qu'ont été effectuées, en 1986, les premières mesures de taux de radioactivité dans les eaux méditerranéennes après l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl. Ce programme scientifique a été primé en 1994 pour l'intérêt que ses résultats apportent à la vie quotidienne.

– EROS-2000, un programme européen sur l'impact des sources côtières de pollutions, radioactives ou non, apportées notamment par les grands fleuves. Une partie des études a été effectuée dans le Golfe du Lion, en particulier sur le panache du Rhône ;

– ELNA, programme européen, dans lequel nous utilisons des techniques nucléaires pour étudier la capacité d'assimilation du carbone ainsi que le transport des polluants en mer Adriatique.

Pour ces différentes études il a été utilisé une technique de piège à particules organiques mise au point au Laboratoire (*Photo 2*). Ces particules sont des débris organiques de très faible dimension qui sédimentent plus ou moins rapidement assurant ainsi le transfert du carbone depuis la surface jusqu'au fond des océans (*Photo 3*).

2) la seconde approche pour ces études sur la radioactivité marine est l'expérimentation au laboratoire. Elle est réalisée à l'aide de techniques de marqueurs radioactifs. Elle permet de comprendre les processus mis en jeu tels que le transport dans la chaîne alimentaire, la distribution dans les tissus, l'efficacité d'assimilation et l'excrétion des éléments radioactifs par les organismes marins. Les moules, les étoiles de mer ou les crustacés ont été sélectionnés comme modèles pour les expériences en raison de leur large répartition géographique. Par ailleurs, ils permettent de reconstituer des chaînes alimentaires simples.



Photo J-C. MIQUEL

Photo 2
Déploiement
d'un piège à particules
en Méditerranée à partir d'un navire
océanographique.

Plusieurs collaborations avec l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature et l'Observatoire Océanologique Européen ont été développées dans le cadre de ces recherches (*Photo 4*).

Surveillance des sites de rejet de déchets radioactifs

L'immersion des déchets radioactifs de haute activité est interdite depuis la Convention de Londres de 1975. L'interdiction d'immersion des déchets de faible activité a été prononcée au début de l'année 1994.

Dans le cadre d'une surveillance, le Laboratoire participe à des missions océanographiques sur des sites connus de rejet ou de stockage des déchets radioactifs, en particu-



*Photo 5
Principales
espèces
vivant dans la mer
de Kara.*

Photo I. OSVATH

*Photo 3
Présentation
en microscopie optique
des particules organiques
détritiques recueillies
dans les pièges à sédiment.*

Photo J-C. MIQUEL

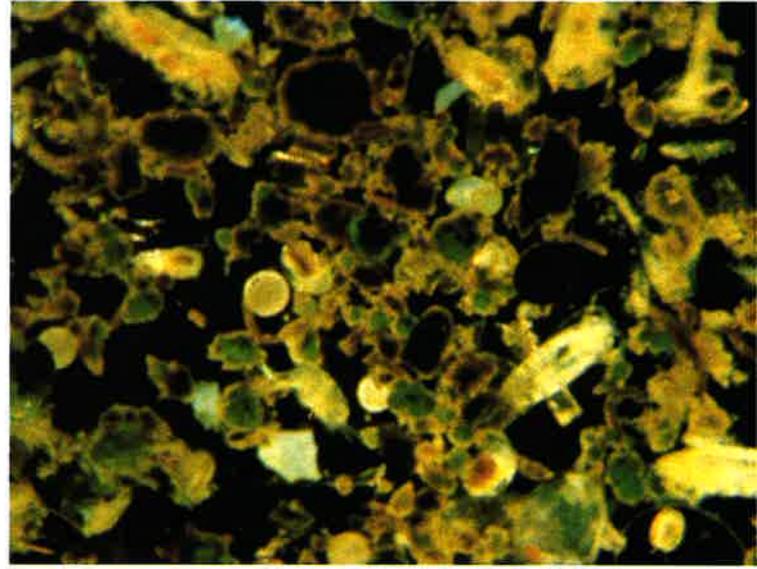


Photo S. W. FOWLER

*Photo 4
Expérience
in situ sur des moules réalisée
dans la réserve sous-marine
de Monaco.*

lier dans les mers Arctiques et en mer du Japon. Il effectue de nombreux prélèvements d'eau, de sédiment et d'organismes vivants (*Figure 5*) qui sont ensuite analysés pour leur niveau de radioactivité. Ces mesures permettent ensuite de connaître la dispersion et le devenir des déchets radioactifs stockés. Par ailleurs, il tient à jour une base de données sur les teneurs globales, en certains radioéléments clés, mesurées dans le sédiment, l'eau de mer et les organismes marins de toutes les mers et les océans.

Pour ces études, le Laboratoire a développé:

- des techniques performantes de mesure instantanée de la radioactivité soit par voie aérienne pour la surface des océans, soit sous-marine pour le fond des océans ce qui permet de cartographier la répartition de la radioactivité sur les sites de stockage (*Photo 6*);
- des modèles mathématiques de comportement des radioéléments dans l'environnement marin qui aideront à mieux maîtriser la dose de radiation potentiellement reçue par l'homme à partir de ces déchets.

Surveillance et recherche sur les polluants non radioactifs

Etant donné que dans les océans le comportement des éléments radioactifs est lié à celui de leurs homologues non radioactifs, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement et la Commission Océanographique Internationale (UNESCO) ont fait appel aux moyens et à l'expérience de notre laboratoire. Une collaboration durable a ainsi été établie avec pour objectif de fournir des informations scientifiques sur les niveaux de pollution non nucléaire (métaux lourds, hydrocarbures, pesticides,...) conformément aux recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement qui s'est tenue à Rio en 1992. Des contrôles sont ainsi effectués à la demande d'Etats Membres ainsi que la formation de leur personnel aux techniques d'analyses. Le Laboratoire assure également la distribution de matériaux de référence pour des exercices de comparaison des résultats entre différents laboratoires ainsi qu'un service de secours d'urgence qui prête assistance et conseils aux Etats Membres.

Photo 6
Déploiement
en mer de Kara
du nouveau système
de mesure sous-marine
de la radioactivité.

Le Laboratoire intervient dans de nombreuses régions du globe nécessitant une surveillance de la pollution telles que :

- le Golfe Persique pour évaluer les conséquences de la guerre ;
- la côte égyptienne et le problème de la mégapole du Caire ;
- le Danube qui draine des rejets domestiques, agricoles et industriels ;
- la mer Noire qui est confrontée à la détérioration de la qualité de ses pêcheries ;
- les lagunes de la zone côtière tropicale dans lesquelles s'accumulent les pesticides (*Photo 7*).

Le Laboratoire participe également à un programme international de contrôle de la distribution et du transport de certains polluants le long des côtes de l'Amérique Centrale et de l'Amérique du Sud.

De nombreuses méthodes d'analyses sont développées au Laboratoire ainsi que l'utilisation de techniques de marquage radioactif pour étudier les sources, les taux de transfert et le devenir de ces polluants non radioactifs.

Photo 1. OSVATH



Autres activités

Des chercheurs du Laboratoire coordonnent également des programmes internationaux de recherche associant plusieurs Etats Membres et traitant des sujets suivants :

- PESTICIDES : étudier, à l'aide de traceurs radioactifs, la distribution, le devenir et les effets des pesticides sur les organismes de l'environnement marin tropical ;
- MARDOS : recenser les sources et les niveaux d'activité de certains radioéléments clés dans toutes les mers et océans et évaluer leur contribution à la dose de radiation reçue par l'homme ;
- MER NOIRE : faire le bilan de la radioactivité en Mer Noire suite à l'accident de Tchernobyl et appliquer des techniques de marquage radioactif pour l'étude de la pollution importante de cette mer par des contaminants non radioactifs ;
- CORAUX : utiliser des techniques nucléaires pour rechercher dans les bandes annuelles de croissance des récifs coraliens la trace de pollutions ou de changements climatiques passés.

Enfin, le Laboratoire reçoit de nombreux stagiaires des Etats Membres ou organise dans ces pays des stages de formation aux méthodes d'analyse classique ou à l'utilisation des techniques nucléaires pour la connaissance et le contrôle de l'environnement.

Photo F. CARVALHO.

Le Laboratoire dans l'avenir

Dans l'avenir, le Laboratoire d'Environnement Marin de l'AIEA développera la surveillance et la modélisation de la dispersion éventuelle de la radioactivité à partir des lieux d'accidents ou de rejet. Il augmentera ses connaissances théoriques afin d'accroître ses capacités de secours d'urgence en cas d'accident nucléaire en fournissant rapidement des conseils et une aide pratique. Il développera l'utilisation de techniques nucléaires pour mieux connaître le comportement des polluants non radioactifs dans l'environnement marin. Son installation dans les locaux définitifs sur le port de Monaco permettra une augmentation importante du nombre de ses activités et l'organisation d'un centre de formation. La collaboration avec la Principauté de Monaco ainsi qu'avec les autres agences des Nations Unies sera accrue.

Enfin, l'expérience du Laboratoire dans le domaine des pollutions radioactives ou classiques et son équipement de pointe le désignent pour jouer un rôle essentiel dans le développement d'un programme international de surveillance pour la sauvegarde de l'environnement.

Le Laboratoire agit dans le cadre d'un accord bipartite entre l'Agence Internationale de l'Energie Atomique et le Gouvernement de la Principauté de Monaco.

Photo 7 Expérience à grande échelle dans une lagune côtière tropicale pour suivre le devenir dans la chaîne alimentaire de pesticides marqués par un composé radioactif.



LE CENTRE SCIENTIFIQUE DE MONACO PASSÉ, PRÉSENT ET AVENIR

par
S.E. César C. SOLAMITO⁽¹⁾

*A Monaco, la recherche scientifique est une tradition qui dure depuis plus d'un siècle.
L'œuvre commencée par les campagnes océanographiques du Prince Albert I^{er}
est poursuivie par l'Institut Océanographique et son Musée
ainsi que par le Centre Scientifique de Monaco fondé le 23 mai 1960 par S.A.S. le Prince Rainier III.*

Le Passé

La création du Centre Scientifique de Monaco fut motivée par le désir de S.A.S. Rainier III, Prince Souverain de Monaco, de doter la Principauté des moyens de mener des recherches océanographiques et de soutenir l'action des organisations gouvernementales et internationales chargées de protéger et de conserver la vie marine.

Prenant la parole le 16 novembre 1959 lors de l'ouverture de la Première Conférence Scientifique de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique sur l'Élimination des Déchets Radioactifs, S.A.S. le Prince Rainier III soulignait le fait que cette conférence continuait en quelque sorte l'œuvre de paix et d'entente entre les peuples à laquelle Son Aïeul, le Prince Albert I^{er}, avait *"consacré sa vie en choisissant plus particulièrement le domaine scientifique comme terrain d'entente et de paix internationale"*. Poursuivant Son exposé, S.A.S. Le Prince Rainier III annonçait la mise en place de nouveaux laboratoires et déclarait : *"Ainsi, après la fin de cette conférence, la Principauté pourra continuer d'apporter à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique son concours dans la poursuite de son objectif essentiel, qui, aux termes même de son statut, est de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité du monde entier"*.

Créé dans ce contexte, le Centre Scientifique de Monaco (CSM) reçut la double mission :
– de participer, aux côtés de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), à *"l'Action Internationale de l'Atome pour la Paix"*,

– de développer, en liaison avec les organisations gouvernementales et internationales, des recherches orientées vers la conservation et la protection de la vie marine.

Le CSM mit en place, au Musée Océanographique de Monaco, un laboratoire de surveillance de la pollution — dirigé par des chercheurs détachés par le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) — et prit en charge les laboratoires des services de météorologie et de séismologie créés par S.A.S. le Prince Albert I^{er}. Ces trois entités constituèrent, au sein de la Fondation Albert I^{er}, les *"Laboratoires Associés"* de l'Institut Océanographique.

Au mois de mars 1961, le Laboratoire International de Radioactivité Marine fut créé dans le cadre d'un Accord tripartite entre le Centre Scientifique de Monaco, l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) et la Fondation Albert I^{er}. Installé dans des locaux spécialement aménagés du Musée Océanographique, il fut d'abord chargé d'étudier les pollutions radioactives marines et de mettre au point des méthodes permettant de les prévenir et de les combattre.

De 1961 à 1989, le Centre Scientifique de Monaco et le Laboratoire International de Radioactivité Marine de l'AIEA menèrent des recherches dont la renommée contribua à renforcer le rayonnement de la Fondation qui les hébergeait et les aidait.

Le Laboratoire International de Radioactivité Marine eut un développement rapide. En 1989, il fut transféré dans

(1) *Président du Comité de Perfectionnement du Centre Scientifique de Monaco.*



S.A.S. le Prince Rainier III visite l'une des salles climatiques installées dans les laboratoires de l'OEE, où sont cultivés des organismes marins, en particulier des coraux. Les coraux de culture, "animaux de laboratoires" d'un genre nouveau, sont des modèles biologiques très bien adaptés à l'étude des mécanismes complexes, tels que la "photocalcification", impliqués dans le maintien des grands équilibres de la biosphère.

des locaux plus vastes et mieux agencés, situés dans le quartier de Fontvieille, mis à la disposition de l'AIEA par le Gouvernement Princier.

En 1990, les laboratoires de Surveillance de la Pollution, de Météorologie et de Séismologie du Centre Scientifique de Monaco furent pris en charge par le Service de l'Environnement du Gouvernement Princier. Ce transfert fut motivé par le haut degré de standardisation atteint par les techniques de surveillance de l'environnement. En particulier, le contrôle de la pollution avait quitté le domaine de la Recherche pour entrer dans celui des techniques administratives attachées à la vérification des normes de qualité applicables en matière d'environnement.

Simultanément, le CSM fut restructuré et ses liens avec les grands programmes internationaux mis en œuvre sous l'égide de l'UNESCO, de la COI, de la FAO, du CGPM, de la CIESM... furent renforcés. Orientées vers l'océanologie, ses nouvelles activités furent consacrées à l'étude des principaux organismes et mécanismes responsables du maintien des grands équilibres de la biosphère. La même année, la Principauté de Monaco adhéra à l'Accord Partiel Ouvert "Risques Majeurs" du Conseil de l'Europe et mit en place, au sein du CSM, les laboratoires de recherche constituant l'Observatoire Océanologique Européen (OOE). La programmation, le suivi et l'évaluation des activités de ces laboratoires furent confiés à une *Commission*

Scientifique nommée par Ordonnance Souveraine du 26 février 1991.

Ainsi transformé le CSM put reprendre ses activités purement scientifiques et contribuer, en continuité dans la voie tracée par S.A.S. le Prince Albert I^{er}, à la recherche régionale et internationale, avec pour objectifs :

- la prévention des catastrophes naturelles et technologiques majeures et la régénération des écosystèmes dégradés (recherches menées dans le cadre de l'Accord Partiel Ouvert "Risques Majeurs" du Conseil de l'Europe),
- l'étude des mécanismes biologiques et biogéochimiques impliqués dans la régulation des grands équilibres de la biosphère (recherches liées aux altérations des processus climatiques susceptibles d'être provoquées par les rejets massifs de gaz carbonique anthropogénique).

En raison de son expérience et de l'intérêt qu'il portait à ces objectifs, M. Jean Jaubert, Professeur de biologie marine à l'Université de Nice-Sophia Antipolis, fut invité à élaborer un programme de recherche. Nommé Directeur de l'Observatoire Océanologique Européen en 1991, le Professeur Jaubert entreprit de mettre en œuvre ce programme avec le concours de collaborateurs de haut niveau capables d'encadrer et de former des étudiants préparant la thèse de doctorat. Après une phase préparatoire relative-ment courte (aménagement des locaux ; mise en place des personnels et des équipements scientifiques financés par le

Gouvernement de S.A.S. le Prince Rainier III et par des dons) la montée en puissance des laboratoires fut exceptionnellement rapide.

Le Présent

Le personnel de l'Observatoire Océanologique Européen du Centre Scientifique de Monaco (OOE du CSM) compte actuellement une quinzaine de chercheurs et techniciens (y compris les doctorants et les associés) répartis dans deux laboratoires de recherche dont les activités sont étroitement coordonnées et parfaitement complémentaires.

La calcification marine, étudiée à l'aide du modèle "corail", constitue le principal thème de recherche. Le laboratoire de Physiologie Cellulaire et Moléculaire étudie les mécanismes de la calcification à l'échelle cellulaire et sub-cellulaire : transport de carbone et de calcium. Le Laboratoire d'Écophysiologie étudie les conséquences environnementales de ces mécanismes à l'échelle des organismes et de l'écosystème récifal : influence sur les cycles du carbone et du calcium et action sur les échanges de gaz carbonique entre l'océan et l'atmosphère.

A la demande de S.A.S. le Prince Rainier III, des recherches sont menées en vue de déterminer : (a) l'origine

de l'algue verte *Caulerpa taxifolia* qui colonise les côtes Nord de la Méditerranée occidentale ; (b) les causes et les conséquences écologiques de sa prolifération dans certains biotopes côtiers. Ces recherches bénéficient du support logistique du Musée de Monaco.

Les travaux menés par l'Observatoire Océanologique Européen et le Musée Océanographique en vue de développer les applications du procédé MICROCEAN® (procédé breveté de purification biologique des eaux douces et marines mis au point par le Professeur Jean Jaubert) ont donné lieu à d'autres interactions utiles et constructives entre le CSM et la Fondation Albert I^{er}.

Ce procédé, dont l'efficacité est attestée par cinq années d'utilisation continue, répond aussi bien aux besoins des laboratoires de recherche de l'Observatoire Océanologique Européen qu'à ceux de l'aquarium public du Musée Océanographique de Monaco.

Après transformation, les aquariums du Musée Océanographique ont accueilli des modèles réduits d'écosystèmes, répliques exactes de biotopes marins naturels. En plus de leurs qualités esthétiques et pédagogiques exceptionnelles, les aquariums ainsi transformés sont beaucoup plus simples, donc plus fiables, que les aquariums classiques. En outre, grâce à l'excellente qualité de leur eau, les maladies des poissons sont rares et des organismes fragiles

Photo 2
Organismes extrêmement fragiles et exigeants, les coraux constructeurs de récifs ne se développent que dans l'eau parfaitement pure de ces bacs de culture fonctionnant en circuit semi-ouvert et équipés du procédé de traitement de l'eau MICROCEAN®.
L'Observatoire Océanologique Européen est, dans le monde, le premier laboratoire de recherche à pratiquer la culture intensive de ces organismes.



autrefois impossibles à conserver longtemps en captivité, sont désormais facilement élevés et multipliés. C'est en particulier les cas des coraux constructeurs de récifs. Par ailleurs, la consommation d'eau de mer étant faible, il n'est plus nécessaire de disposer, en permanence, de grandes quantités d'eau de mer. D'une façon générale, les contraintes inhérentes aux soins et au stockage des organismes marins ont été considérablement allégées, d'où des économies substantielles et une meilleure sécurité.

Dans les salles de cultures de l'OEE, des souches de coraux ont été transformées en véritables animaux de laboratoires. Ces derniers sont façonnés en fonction des expériences envisagées afin que le puissant arsenal des techniques modernes de la biologie cellulaire et moléculaire puisse leur être appliqué. Des progrès déterminants ont ainsi pu être réalisés dans la compréhension des mécanismes qui contrôlent la physiologie et l'écophysiologie de ces organismes.

La culture *in vitro* des coraux constructeurs de récifs présente un large éventail d'autres applications. Outre la production de coraux d'élevage destinés aux aquariums publics et privés, on peut à moyen terme envisager : (a) de mettre au point des techniques de production de prothèses biodégradables à base de squelettes coralliens — déjà utilisées en chirurgie humaine pour la reconstruction osseuse — et (b) de mettre en place des fermes "pépinières" dont la production serait destinée à des expériences de repeuplement de récifs dégradés. Cette dernière application fait l'objet de travaux préliminaires menés en collaboration avec le Commissariat à l'Énergie Atomique (Océan Pacifique, Polynésie Française) et avec la Station Marine d'Aqaba (mer Rouge, Jordanie).

L'OEE du CSM occupe actuellement une place de premier plan dans le domaine de la recherche fondamentale. Reconnu par la communauté scientifique internationale, il reçoit de nombreux visiteurs scientifiques étrangers et collabore avec quelques uns des meilleurs laboratoires français, italiens, américains, australiens, japonais, israéliens ... Ses chercheurs font partie d'instances consultatives internationales (COI/UNESCO, SCOR/ICSU) et sont régulièrement invités à participer à des séminaires de recherche et à des congrès internationaux. A la demande des autorités saoudiennes l'OEE du CSM fut l'un des premiers organismes consultés pour évaluer l'impact de la catastrophe écologique consécutive à la guerre du Golfe.

L'OEE du CSM organise régulièrement des réunions scientifiques dont l'une des plus importantes fut le 7^e Congrès International de Biominéralisation qui tint ses assises au Musée Océanographique de Monaco en novembre 1993.

Dans plusieurs pays, notamment en France, aux États Unis et au Japon, l'écho des activités de l'OEE dépasse largement le cercle des organismes spécialisés.



Photo 3: Installation de microscopie confocale. En associant la précision des faisceaux lasers et la puissance de calcul des ordinateurs, le microscope confocal est devenu un outil indispensable à la conduite de recherches de pointe en biologie cellulaire et moléculaire. Il permet de réaliser de véritables tomographies optiques sur du matériel vivant ou fixé. Cette installation, qui comprend un microscope droit et un microscope inversé, est l'une des plus modernes et performantes d'Europe.



Photo 4: Laboratoire de physiologie cellulaire et moléculaire. Les mécanismes de transport de certaines substances dissoutes sont étudiés, dans ce laboratoire, à l'aide d'éléments marqués avec les isotopes 14 du carbone et 45 du calcium.



Photo 5: Laboratoire d'analyses. Les instruments servant aux analyses de routine sont regroupés dans ce laboratoire très largement automatisé.

L'Avenir

Au cours des années écoulées (1991-1994), des progrès significatifs ont été accomplis dans les principaux domaines étudiés :

- les mécanismes de la calcification et leurs conséquences globales,
- la culture des micro-coraux et ses applications méthodologiques (recherche scientifique et restauration des récifs dégradés),
- les causes et les conséquences de la prolifération de la *Caulerpa taxifolia*.

Le nouveau programme de cinq ans (période 1995-2000) comprend des recherches fondamentales et des recherches appliquées.

En matière d'environnement global, la dégradation généralisée des récifs, notamment constatée par la *Global Task Team on the Implication of Climate Change on Coral Reefs* réunie à Guam (USA) en juin 1992 est devenue, au plan international, un sujet aussi important que celui de la disparition des forêts primaires. Dans cette perspective, le phénomène du blanchissement des coraux, susceptible d'être le signe précurseur d'une perturbation climatique majeure, fera l'objet de recherches intensives. L'accent sera mis sur la compréhension des mécanismes. Par ailleurs la mise au point de méthodes de culture sera accélérée afin de pouvoir conserver des espèces menacées et restaurer des récifs dégradés.

L'étude de la calcification/symbiose a, jusqu'à présent, été essentiellement menée au moyen de techniques physiologiques appliquées à des micro-coraux ou à des tissus isolés. Elle a conduit à un premier modèle qui identifie de nombreux mécanismes dont la nature et les propriétés seront caractérisées à l'aide de moyens d'investigation renforcés. On fera notamment appel aux techniques de la biologie moléculaire et on emploiera les outils performants (par exemple un système de microscopie confocale et de traitement d'images) acquis à la fin de l'année 1994. Ces travaux seront réalisés en collaboration avec plusieurs équipes, notamment françaises (Université de Nice) et américaines (Université de Californie à Los Angeles et Université d'Alabama).

A l'échelle de l'organisme et de l'écosystème, les travaux visant à étudier l'impact global de la calcification marine sur le cycle du gaz carbonique seront poursuivis en collaboration avec des équipes australiennes (AIMS) et japonaises (RITE, MBI). Ces recherches seront complétées par des expériences au laboratoire. Des mésocosmes coralliens serviront à étudier l'action de contraintes environne-

mentales telles que les concentrations de gaz carbonique et les températures élevées sur la production et la croissance des récifs coralliens.

La poursuite des travaux menés en collaboration avec le CEA en vue de restaurer les peuplements coralliens de l'atoll de Mururoa et la multiplication des marques d'intérêt manifestées par divers groupes industriels montrent que l'OOE du CSM devrait être de plus en plus sollicité et incité à développer les applications environnementales et biomédicales du modèle "micro-coral" mis au point dans ses laboratoires. Ce travail pourrait être confié à une section "recherche-développement" chargée de mettre au point des techniques de culture de masse et d'autres biotechnologies susceptibles, à terme, de générer des recettes non négligeables pour le budget des laboratoires.

L'étude de l'impact écologique du réchauffement global de la Méditerranée et de l'expansion des nombreuses espèces originaires de la mer Rouge (environ 300 ont franchi le canal de Suez) pourraient constituer un nouvel axe de recherche. Ces phénomènes risquent, en effet, d'avoir des conséquences économiques et sociales non négligeables, dont l'évaluation justifierait une meilleure connaissance des milieux coralliens du Nord de la mer Rouge qui communiquent désormais presque librement avec la Méditerranée.

Enfin, grâce au resserrement de liens noués en 1993, un vaste projet de croisières scientifiques est en préparation. Ces croisières pourraient être réalisées grâce à deux navires, dotés d'équipements ultramodernes, appartenant à un généreux mécène qui soutient les travaux du CSM.

Ces perspectives sont nombreuses et attrayantes. Elles exigeront des choix judicieux. Ainsi l'Observatoire Océanologique Européen du Centre Scientifique de Monaco pourra-t-il continuer à bénéficier de l'aide de mécènes internationaux et maintenir l'esprit d'entreprise et la dynamique qui lui ont permis de se placer parmi les laboratoires de recherche les plus performants.

Malgré sa notoriété, un programme cohérent et des atouts incontestables – en particulier des locaux globalement fonctionnels et bien équipés et un personnel scientifique de très haut niveau – l'Observatoire Océanologique Européen du Centre Scientifique de Monaco doit renforcer son personnel technique spécialisé et améliorer son fonctionnement afin de pérenniser l'ensemble des moyens et des techniques indispensables au fonctionnement optimal de ses laboratoires, de continuer à bénéficier de l'aide de mécènes internationaux et de maintenir la dynamique qui lui a permis de se hisser au premier rang mondial des laboratoires de recherche.



Photo JEAN-MICHEL MILLE



L'ACCORD RAMOGE ET LA COMMISSION RAMOGE

par

Jean-Michel MANZONE ⁽¹⁾

Dans le cadre géographique de la région frontalière Italie, Monaco, France, Son Altesse Sérénissime le Prince Rainier III de Monaco sensibilisé par l'état de l'environnement marin, prend en automne 1970 l'initiative de proposer la création d'une zone pilote contre les pollutions marines.

La Commission pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée dont le Prince assure la Présidence, accueille ce projet favorablement et le soutient.

Cette prise de conscience vient souligner le besoin prioritaire de protection de cette zone nécessitant la mise en oeuvre d'efforts solidaires et coordonnés des trois pays riverains.

Le projet prend alors le nom de RAMOGE issu des premières syllabes des trois villes St Raphaël, Monaco, Gênes, situées aux extrémités et au centre de la zone retenue. Depuis, ces limites ont été étendues aux villes de Marseille et de La Spezia.

Ce projet s'est concrétisé à travers l'accomplissement des étapes suivantes :

- L'exécution d'une étude exhaustive et l'établissement d'un rapport sur l'état "du littoral RAMOGE" appréhendé sous différents aspects techniques et administratifs. Ce rapport établi par des experts français, italiens et monégasques rédigé et édité par le Centre Scientifique de Monaco, énumèrait les propositions concrètes et les priorités d'actions à entreprendre pour la sauvegarde et même le sauvetage de ce milieu naturel.

- La signature le 10 mai 1976 d'un Accord entre la France, l'Italie et Monaco fixant les principes d'une coopération étroite en vue de lutter contre les différentes formes de pollution marine de la zone. Cet Accord qui s'inscrivait dans le cadre de la Convention de Barcelone et de son Plan d'Action, est entré en vigueur le 1er mars 1981 après avoir été ratifié par les trois pays.

- Deux rencontres informelles tenues à Monaco, les 17 juin et 28 novembre 1981, ont préparé la première réunion de la Commission de l'Accord RAMOGE qui s'est tenue les 19 et 20 février 1982.

Les organes de fonctionnement de l'accord Ramoge

L'Accord RAMOGE met en oeuvre trois organes de fonctionnement :

1. La Commission

Elle est l'organe exécutif de l'Accord chargée de mener à bien les tâches spécifiées par l'Accord, notamment :

- examiner tout problème d'intérêt commun relatif à la pollution des eaux ;

(1) Secrétaire Exécutif



La zone RAMOGE, à l'origine incluait la bande littorale comprise entre St Raphaël - Monaco et GÊNES. Elle s'étend désormais de Marseille à La Spezia.

- susciter une concertation des services administratifs compétents dans le but de recenser les zones polluées, de s'informer sur les projets d'aménagement du territoire susceptibles de créer un risque grave de pollution, de réaliser régulièrement une étude économique des infrastructures et des équipements nécessaires pour lutter contre la pollution des eaux ;

- favoriser et éventuellement susciter des études et des recherches, des échanges d'informations et des rencontres d'experts dans le cadre d'une coopération efficace ;

- proposer toutes mesures de nature à protéger les eaux, notamment au moyen d'accords scientifiques.

La Commission est composée de trois Délégations comptant chacune sept membres, dont un Chef de Délégation, désignés par chaque Gouvernement. Sa Présidence est assurée, à tour de rôle, par chaque Chef de Délégation pendant une période de deux ans.

La Commission peut en outre constituer des GROUPES DE TRAVAIL pour l'étude de questions particulières dont elle désigne les membres et fixe le budget.

La Commission se réunit au moins deux fois par an. Elle peut être convoquée en session extraordinaire. Elle établit chaque année un rapport qu'elle adresse au Président de Chaque Délégation pour être porté à la connaissance de chaque Etat membre.

2. Le Comité Technique

Il est constitué, de trois groupes de cinq experts techniques pour chaque Pays, dont un chef de groupe désigné par son Chef de Délégation. Il a pour tâche d'assister la Commission. La Présidence du Comité Technique est assurée à tour de rôle pendant deux ans, par le Chef de Groupe de chacun des Etats. La nationalité du Président du Comité Technique doit être différente de celle du Président de la Commission.

3. Les Groupes de travail

La Commission constitue des Groupes de travail pour l'étude des questions particulières dont elle fixe le mandat et le budget de fonctionnement. Les contenus techniques des travaux de ces groupes de travail sont suivis par le Comité Technique.

La Commission dispose d'un budget annuel financé par les trois participants dans les proportions suivantes :

- * 45 % pour l'Italie,
- * 45 % pour la France,
- * 10 % pour Monaco qui, en outre, met à la disposition de la Commission son siège permanent, à la "Villa Girasole" et pourvoit au fonctionnement du Secrétariat Exécutif.

L'ordre de grandeur de ce budget annuel est d'environ 500.000 Francs. Il pourra paraître modeste eu égard à l'importance des tâches assignées à la Commission. Il convient toutefois de préciser que la Commission est, avant tout, un organe de concertation où les trois pays débattent des sujets à traiter et des spécifications des études à mener en commun dans les trois pays.

Ces études sont essentiellement financées et exécutées par les moyens propres aux administrations des trois pays.

Synthèse des travaux

Les travaux de la Commission RAMOGE, tels que rappelés en annexe, peuvent s'analyser suivant trois phases: - **La première phase** (1982-1990) a fait l'objet d'un Rapport Général. Au cours de cette phase, la tâche de la Commission a essentiellement consisté à favoriser et provoquer des études et recherches, des échanges d'informations et des rencontres d'experts.

L'étude des bassins versants est l'exemple type des travaux menés en commun au cours de cette phase.

Cette étude a permis de mener à bien une analyse comparative des différents bassins versants de la zone en évaluant :

- les populations résidentes et les linéaires côtiers des communes littorales,
- la localisation, la longueur, la section et la profondeur des émissaires côtiers,
- les rejets (débits, modes de traitement et pollution résiduelle) des villes côtières,
- les superficies et les populations sédentaires et saisonnières de ces bassins versants,
- les flux polluants rejetés aux embouchures des rivières de ces mêmes bassins.

- **La seconde phase** (1990-1993) a été consacrée à des réflexions sur l'orientation des travaux et à la poursuite des actions de sensibilisation, en particulier au niveau des établissements scolaires. Ces réflexions ont conduit à la réalisation des conditions préalables pour une meilleure prise en compte de l'identité spécifique de la zone RAMOGE, à savoir :

- l'extension de la zone pour la doter d'une dimension écologique propre permettant l'établissement de normes communes d'évaluation de la qualité du milieu ;
- l'actualisation et la synthèse de l'étude sur la comparaison des réglementations en matière de lutte contre la pollution marine en vigueur dans les trois pays.

La principale action de sensibilisation conduite au cours de cette seconde phase a été la réalisation d'une mallette pédagogique distribuée à l'ensemble des professeurs et élèves des lycées et collèges de la zone RAMOGE.

Cette mallette pédagogique, intitulée " Le Milieu Marin Méditerranéen, un écosystème à protéger " comprend :

- un livre du Maître,
- un cahier d'exercices pour les élèves,
- un jeu de diapositives

qui illustrent : les caractéristiques spécifiques du milieu méditerranéen, l'origine et les manifestations des différentes formes de pollution ainsi que les différents modes de prévention et de traitement de ces pollutions.

La phase correspondant aux travaux en cours (1994-1996) tentera d'aboutir à la définition d'harmonisations propres à la zone RAMOGE dans les domaines de la surveillance de la qualité des eaux marines et de la gestion de l'espace littoral, notamment dans le domaine de la réglementation en matière de gestion écologiquement rationnelle de cet espace littoral.

Ainsi la Commission RAMOGE s'avère bien le cadre de concertation où les trois Etats définissent en commun les études à conduire de concert pour mieux appréhender les données propres à la zone RAMOGE qui ont une influence sur la qualité de ses eaux et de son environnement.

Les résultats des études conduites en commun, sous l'égide de la Commission, sont destinées à la préparation des recommandations soumises aux Gouvernements des trois Etats membres pour favoriser la mise en oeuvre d'une gestion homogène et intégrée du littoral RAMOGE, en vue de limiter ses atteintes par les pollutions et préserver la qualité de ses eaux.

Parallèlement, les études entreprises permettent à chaque Etat partie de l'Accord RAMOGE de bénéficier des initiatives et des expériences de ses partenaires.

Désormais la zone RAMOGE, étendue de Marseille à La Spézia, constitue la façade maritime d'une région européenne officiellement reconnue. Les travaux de la Commission RAMOGE sont donc susceptibles d'aider à la réalisation d'opérations régionalement concertées en faveur de la protection de l'environnement.

Dans ce contexte, en focalisant son action à l'intérieur de cet espace géographique, RAMOGE peut désormais s'affirmer comme l'instrument d'une réelle coopération régionale.

ANNEXE

RAPPEL DES TRAVAUX ENTREPRIS PAR LA COMMISSION RAMOGE

1. Information réciproque sur l'organisation de la prévention et de la lutte contre la pollution dans les trois Etats dans les domaines juridique, administratif, technique et scientifique.

2. Inventaire permanent des sources de pollution qui affectent le milieu marin.

2.1. Rejets urbains côtiers.

2.2. Sources de pollution provenant des bassins versants.

- Détermination des données physiques des bassins versants : cartes des bassins versants, évaluation des populations sédentaires et saisonnières, courbes des débits classés, inventaire des stations d'épuration ;
- Evaluation des charges théoriques polluantes produites par les populations de ces bassins versants ;
- Recueil des mesures existantes aux embouchures des rivières des bassins versants.

2.3. Etudes des sources de pollution provenant directement ou indirectement de la mer :

- les déchets flottants : estimation des charges polluantes potentielles constituées par les déchets solides rejetés dans les différents bassins versants ;

- les campagnes de recueil, d'évaluation et de classification :

a - des macrodéchets échoués sur les plages,

b - des déchets flottants dans les eaux littorales,

- les ports maritimes (plaisance, pêche et commerce).

3. Détermination de la qualité du

milieu marin résultant des travaux entrepris.

3.1. Mise en oeuvre de quatre campagnes en mer dans la zone Ramoge avec des spécialistes des trois Pays à bord du bateau-laboratoire " RAMOGE ".

3.2. Etude de la contamination des organismes marins par les métaux lourds et les germes bactériens.

3.3. Evaluation des apports des principaux cours d'eau en sels nutritifs, en matière en suspension et évaluation de la contamination correspondante.

3.4. Caractérisation et répartition du plancton dans l'eau de mer.

4. Etablissement des programmes des trois Pays pour lutter contre la pollution marine.

5. Comparaison des réglementations des trois Pays en matière de prévention et répression des pollutions marines.

6. Actions de sensibilisation du Public.

7. Création du " Prix Alain VATRICAN ".

8. Extension de la zone RAMOGE de l'embouchure du Petit-Rhône à La Spezia.

9. Edition d'une plaquette sur le système VAR/ROYA.

10. Réalisation et édition de documents pédagogiques : constitués d'un " Livre du Maître " et d'un " Cahier d'exercices des élèves " intitulés le " Milieu Marin Méditerranéen - Un

écosystème à protéger ", mis à la disposition de l'enseignement public.

11. Etablissement et soutien du plan RAMOGEPOL : Plan d'intervention contre les pollutions marines accidentelles dans la zone RAMOGE mis en oeuvre par les organes militaires et civils de chaque pays.

12. Organisation d'un Colloque sur l'écologie et la protection du littoral RAMOGE.

13. Création de Groupes de travail au sein du Comité Technique sur :

a) l'harmonisation des méthodes de surveillance et d'analyse du milieu marin ;

b) la promotion d'un réseau de surveillance fondé sur l'observation des biomarqueurs ;

c) l'évaluation, à partir de bases homogènes, des pollutions générées par l'activité humaine au sein des bassins versants ;

d) la gestion de l'espace littoral qui, après étude de l'état actuel, fera des suggestions en matière de gestion intégrée du littoral pour mieux prendre en compte les données liées à la protection de l'environnement.

PROGRAMMES ET TRAVAUX DE L'OBSERVATOIRE OCÉANOLOGIQUE EUROPÉEN DU CENTRE SCIENTIFIQUE DE MONACO

par

Jean JAUBERT ⁽¹⁾

Des laboratoires performants au service d'un grand dessein :
comprendre les mécanismes qui contrôlent les grands équilibres de la biosphère
pour mieux évaluer les risques majeurs et réhabiliter les écosystèmes dégradés.

Panorama

Le Centre Scientifique de Monaco (CSM) fut fondé le 23 mai 1960 par S.A.S. le Prince Rainier III pour participer, aux côtés de l'Agence Internationale à l'Energie Atomique, à "*l'action Internationale de l'Atome pour la Paix*" et soutenir l'action des organisations gouvernementales et internationales œuvrant pour la protection de la vie marine. Il fut ensuite mis sous tutelle gouvernementale et chargé de surveiller la pollution. En 1990, à la suite de l'adhésion de la Principauté à l'Accord Partiel Ouvert "Risques Majeurs" du Conseil de l'Europe, le CSM put abandonner ces activités - qui furent transférées au Service de l'Environnement- et reprendre sa mission initiale de recherche en mettant en place les laboratoires de l'Observatoire Océanologique Européen (OOE). Conformément aux dispositions de l'Ordonnance Souveraine du 26 février 1991, les activités de l'OOE sont programmées, suivies et évaluées par une Commission composée de personnalités appartenant à la communauté scientifique internationale.

L'OOE fait partie du réseau des centres spécialisés de l'Accord Partiel Ouvert "Risques Majeurs" du Conseil de l'Europe. A ce titre, il mène des recherches ayant pour objectif l'évaluation des risques écologiques et la restauration des écosystèmes dégradés. Ses laboratoires de recherche sont installés, au Musée Océanographique de

Monaco, dans des locaux mis à la disposition du CSM par l'Institut Océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco). La proximité des hommes et la complémentarité des objectifs ont suscité des interactions dont bénéficient les deux organismes.

Les activités des laboratoires sont étroitement coordonnées et parfaitement complémentaires. La calcification marine (précipitation de carbonate de calcium par les algues calcaires et les coraux constructeurs de récifs) constitue l'un des principaux thèmes de recherche. C'est en effet un processus qui intervient, à l'échelle planétaire, en agissant sur les échanges de gaz carbonique entre l'océan et l'atmosphère (Berner, 1993) et par voie de conséquence sur l'évolution à long terme des phénomènes climatiques liés aux variations de l'effet de serre.

(1) *Professeur de Biologie Marine détaché de l'Université de Nice, Directeur de l'Observatoire Océanologique Européen*

XX ANS D' ACTIONS
DES INSTITUTIONS PRÉSENTES A MONACO

Le laboratoire de Physiologie Cellulaire et Moléculaire utilise le modèle "corail" pour étudier les mécanismes de la calcification. Les travaux sont menés *in vitro* à l'échelle de la cellule et de la molécule. Le Laboratoire d'Écophysiologie et Biogéochimie étudie les interactions calcification-environnement à l'échelle de l'organisme (colonies coralliennes) et de l'écosystème (cycle du carbone-calcium et échanges de gaz carbonique océan-atmosphère dans les récifs coralliens). Ce laboratoire étudie également l'algue benthique *Caulerpa taxifolia*. Les recherches portent essentiellement sur son origine ainsi que sur les causes, les mécanismes et les conséquences de sa prolifération dans certains biotopes côtiers.

Toutes ces recherches sont réalisées dans le cadre de programmes pluriannuels mis en œuvre sous la haute autorité de la Commission Scientifique.

L'OOE bénéficie annuellement d'une dotation versée par la Principauté de Monaco et d'une subvention allouée par l'Accord Partiel Ouvert "Risques Majeurs" du Conseil de l'Europe. A ces ressources s'ajoutent des subventions et dons d'origines diverses accordés à des actions spécifiques. C'est par exemple le cas des travaux sur le cycle du CO₂ dans les récifs de la Grande Barrière de Corail, menés, en coopération avec l'Institut Australien des Sciences de la Mer (AIMS) et l'Université de Liège, avec le soutien du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, France) dans le cadre du Programme National Récifs Coralliens (PNRCCO) et du Fond National pour la Recherche Scientifique (Belgique). C'est aussi le cas des études portant sur la physiologie cellulaire et moléculaire (symbiose et calcification) des coraux constructeurs de récifs, menées *in vitro* à Monaco, en collaboration avec divers partenaires

Photo 1
Métamorphose
de *Caulerpa mexicana*.

Photo J. JAUBERT et J. CHISHOLM.



Photo 2
A gauche,
Caulerpa mexicana
de Méditerranée orientale
après la métamorphose ;
à droite,
C. taxifolia
récoltée près de Monaco.



Photo Y. BÉRARD

(dont l'Université de Nice) et soutenus par le PNRCO. Enfin, les recherches entreprises, avec l'appui du Musée Océanographique, pour mettre au point de nouvelles méthodes de conservation et de restauration des récifs coralliens, sont financées par des mécènes internationaux. Les fonds sont collectés au cours d'opérations de *fund raising* organisées par le magazine américain "Showboats International".

Programme et travaux

Le programme comprend trois thèmes majeurs :

– la réponse des écosystèmes côtiers méditerranéens et tropicaux aux changements globaux (recherche de signes précurseurs de perturbations écologiques majeures),

– les mécanismes biologiques et biogéochimiques qui participent à la régulation des grands équilibres de la biosphère (recherches liées au contrôle des processus climatiques susceptibles d'être altérés par les rejets massifs de gaz carbonique anthropogénique).

– les techniques aquacoles non conventionnelles (recherches relatives à la conservation d'espèces menacées et à la restauration de milieux dégradés).

Changements globaux en Méditerranée

Depuis une dizaine d'années, les côtes nord de la Méditerranée Occidentale sont colonisées par une algue verte tropicale : la *Caulerpa taxifolia*. L'origine de cette algue, les causes de son expansion et les conséquences de sa prolifération dans certains biotopes côtiers sont encore très mal connues et font l'objet d'hypothèses variées. Selon une idée largement répandue par les médias : a) les *Caulerpa taxifolia* apparues sur nos côtes en 1984 seraient issues d'une souche mutante ou hyper-résistante échappée d'un aquarium ; b) elles auraient la capacité de proliférer dans tous les biotopes côtiers et menaceraient gravement l'équilibre de la Méditerranée (Meinesz et Hesse, 1991 ; Meinesz *et al.*, 1994).

Les recherches menées à l'OGE ne confirment pas ce point de vue.

Origine et causes de son expansion

Un phénomène de métamorphose, observé au laboratoire, laisse penser que *C. taxifolia* est la variété morphologique locale d'une Caulerpe venue de Méditerranée Orientale où elle est connue sous le nom de *Caulerpa mexicana*. Des échantillons de *C. mexicana* récoltés près de Messine (Sicile) commencèrent à se transformer dès leur mise en culture à Monaco. Toutes les nouvelles pousses avaient la forme typique des *C. taxifolia* de Méditerranée

Photo 3
Prairie mixte
de *Caulerpa racemosa*
(feuilles en grappes)
et de *C. prolifera*
(feuilles rubanées)
dans le détroit de Messine
(Sicile).

Photo G. GIACCONE



Occidentale (Photos 1 et 2). Ce résultat confirme le point de vue des spécialistes qui ne reconnaissent qu'une seule espèce présentant deux écades (variétés morphologiques) : l'écade *taxifolia* et l'écade *mexicana* (Jaasund, 1977; Coppejans & Beeckman, 1990 ; Coppejans & Prud'homme van Reine, 1992)

Caulerpa taxifolia écade *mexicana* a été trouvée sur les côtes du Levant dès 1939 (Rayss, 1941). Elle appartient vraisemblablement au contingent des quelques 300 à 500 espèces lessepsiennes (espèces venues de mer Rouge via le canal de Suez) qui ont colonisé l'extrême sud-est de la Méditerranée (province lessepsienne). Au cours des 20 dernières années, quelques espèces lessepsiennes ont migré en direction de la Méditerranée Nord Occidentale. L'une d'entre elles, *Caulerpa racemosa* (Photo 3), proche parente

Photo 4
Mésocosme
corallien
(modèle de récif en aquarium)
développé en vue
d'étudier les mécanismes
assurant le fonctionnement
de l'écosystème récifal
et leurs perturbations.



Photo Y. BÉRARD.

Photo 5
"Pépinière" de coraux :
"microcoraux" non fixés,
multipliés par bouturage,
cultivés sur des grilles
en matière plastique
destinés à des expériences
de repeuplement
de récifs dégradés.

Photo Y. BÉRARD



de *C. taxifolia*, a récemment été signalée dans la région de Livourne (Italie) (Piazzini *et al.*, 1994). *Caulerpa taxifolia* écade *mexicana* a semble-t-il effectué la même migration et changé de forme en atteignant les côtes nord de la Méditerranée Occidentale. Ce point de vue est conforté par la récente découverte de *C. taxifolia* sur la côte est de l'Adriatique. En effet, l'hypothèse d'une migration-métamorphose de *Caulerpa taxifolia* écade *mexicana* est la façon la plus logique et naturelle d'expliquer l'arrivée de cette algue dans cette région éloignée de la Méditerranée Nord Occidentale et baignée par des courants directement venus du bassin oriental.

Un ensemble de données suggèrent que les écosystèmes côtiers commencent à réagir au réchauffement de la Méditerranée. Si ce réchauffement, mis en évidence par des océanographes physiciens (Béthoux *et al.*, 1990), était la conséquence d'une tendance climatique de longue durée, l'expansion de ces deux *Caulerpes* pourrait marquer le début d'un bouleversement écologique de grande ampleur.

Causes et conséquences de sa prolifération dans certains biotopes côtiers

D'autres recherches ont permis de rassembler des éléments d'appréciation relatifs aux causes et aux conséquences de la prolifération de *C. taxifolia*. Des analyses de prélèvements et des expériences au laboratoire montrent clairement que la prolifération de *C. taxifolia* est liée à la présence de polluants organiques et inorganiques piégés dans les sédiments côtiers. Ces polluants proviennent de rejets d'eaux usées et (ou) pluviales. Ils sont absorbés par les rhizoïdes (pseudoracines) de cette algue dont les peuplements denses marquent les zones polluées (Chisholm *et al.*, 1995). En dégageant de grandes quantités d'oxygène et en absorbant certains polluants, *C. taxifolia* semble capable de faciliter la régénération des sédiments pollués. Ces résultats, qui devront être confirmés, laissent penser que son impact est loin d'être négatif.

Coraux, gaz carbonique, effet de serre et changement climatique global.

L'accroissement de l'effet de serre, dû au rejet excessif de CO₂ anthropogénique dans l'atmosphère, pourrait être la cause d'un réchauffement généralisé du climat. D'où l'importance de mieux connaître les mécanismes qui contrôlent la fixation et la libération de ce gaz dont la

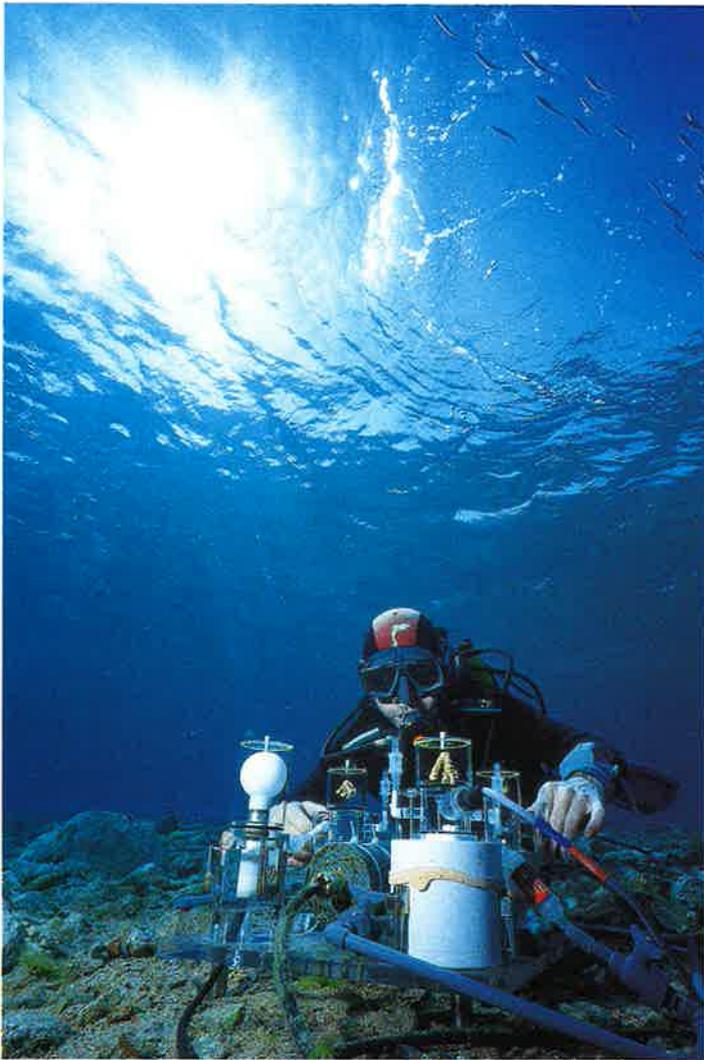


Photo 8
Un laboratoire
sous la mer :
mesure du métabolisme
des coraux transplantés.

Photo 6
Développement
d'une "micro-colonie"
de *Galaxea fascicularis* destinée
à des expériences au laboratoire.
En quatre semaines,
le polype sectionné,
suspendu à l'aide d'un fil de Nylon,
a bourgeonné quatre fois
pour former une "microcolonie"
dont le squelette est entièrement
recouvert de tissus.

Photos Y. BÉRARD.



concentration a presque doublé depuis le début de l'ère industrielle. Ces mécanismes sont nombreux et complexes. Parmi eux il convient de citer la calcification marine que l'OEE étudie en utilisant le modèle des coraux et des récifs coralliens.

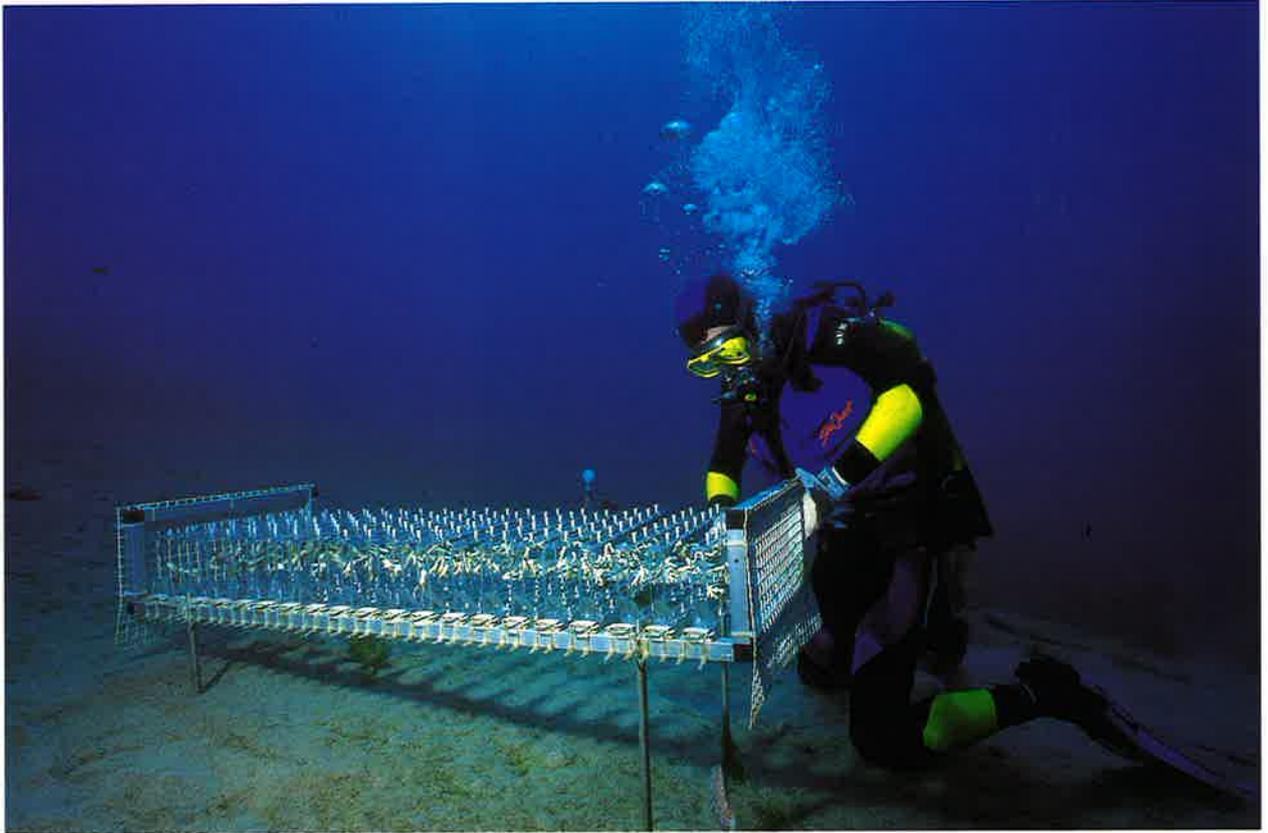
L'OEE est actuellement, dans le monde, le seul organisme de recherche ayant parfaitement maîtrisé la culture *in vitro* des coraux constructeurs de récifs. Un procédé de purification biologique de l'eau des aquariums (brevets MICROCEAN® : Europe, U.S.A., Monaco et Japon) est à l'origine de ce succès (Photo 4). En effet, les coraux sont des organismes très fragiles et exigeants, qui ne peuvent se développer que dans des eaux d'une très grande pureté. A l'OEE, les coraux sont cultivés à des fins purement scientifiques et sont utilisés comme animaux de laboratoire (Photo 5). Cependant, leur culture présente de multiples perspectives d'applications, notamment : a) la production de spécimens destinés au marché des aquariums publics et privés ; b) la production de prothèses biodégradables à base

de squelettes coralliens (déjà utilisées en chirurgie humaine pour la reconstruction osseuse) ; et c) la mise en place de fermes "pépinières" destinées au repeuplement des récifs dégradés (Photo 6).

D'autres applications, en cours de développement, concernent l'utilisation des coraux comme des signes pré-curseurs des changements globaux. En étudiant les relations complexes qui unissent les coraux constructeurs à leurs algues symbiotiques (zooxanthelles), on s'attachera à déterminer la signification exacte du blanchissement (décoloration consécutive à la rupture de l'association symbiotique et signe de stress), phénomène que de nombreux chercheurs soupçonnent d'être le signe annonciateur d'un réchauffement généralisé du climat (Williams & Bunkley-Williams, 1990).

Enfin les coraux réagissent aux variations des facteurs de leur environnement en piégeant des substances contenues dans l'eau et (ou) en modifiant la structure et la composition de leur squelette. Ils conservent ainsi l'empreinte

Photo 7
Opération
de transplantation
de coraux
en mer Rouge.



d'événements ponctuels (explosions atomiques, inondations) ou de longue durée (variations climatiques). Ce sont donc d'excellents outils qui devraient nous aider à prévoir l'avenir à la lumière du passé.

Conservation d'espèces menacées et restauration de récifs dégradés

L'OOE est aujourd'hui capable de conserver et reproduire l'immense majorité des espèces de coraux symbiotiques. En revanche il lui reste à maîtriser les problèmes liés

à la fixation et à la survie des coraux de culture implantés dans le milieu naturel. En effet, l'objectif n'est pas de créer des jardins sous-marins à la française, mais de faire en sorte que les récifs restaurés retrouvent leur aspect naturel.

L'OOE s'emploie à acquérir le savoir faire nécessaire grâce à de multiples expériences de terrain. Ces expériences sont réalisées en collaboration avec la Station Marine d'Aqaba (mer Rouge, *Photos 7 et 8*) et avec le Commissariat à l'Énergie Atomique (Polynésie Française).

Références bibliographiques

BÉTHOUX J. P., GENTILI B., RAUNET J., TAILLEZ D. 1990. Warming trend in the Western Mediterranean deep water. *Nature* 347: 660-662.
BERNER R. A., 1993. Paleozoic Atmospheric CO₂: Importance of Solar Radiation and Plant Evolution. *Science* 262: 68-70.
CHISHOLM J.R.M., FERNEX F., MATHIEU D., JAUBERT J.M. 1995. Links between sediment pollution and *Caulerpa taxifolia* proliferation. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 34, p 24.

COPPEJANS E., BEECKMAN T. 1990. *Caulerpa* (Chlorophyta, Caulerpales) from the Kenyan coast. *Nova Hedwigia* 50: 111-125.
COPPEJANS E., PRUD'HOMME VAN REINE W. F. 1992. Seaweeds of the Snellius-II Expedition (E. Indonesia): the genus *Caulerpa* (Chlorophyta-Caulerpales). *Bull. Séanc. Acad. r. Sci. Outre-Mer Meded. Zitt. K. Acad. overzeese Wet.* 37: 667-712.
JAASUND E. 1977. Marine algae in Tanzania VIII. *Bot. Mar.* 20: 509-520.

MEINESZ A., HESSE B. 1991. Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Oceanol. Acta* 14: 415-426.
MEINESZ A., PIETKIEWICZ D., KOMATSU T., CAYE G., BLACHIER J., LEMÉE R., RENOUX-MEUNIER A. 1994. Notes taxinomiques préliminaires sur *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa mexicana*. *First International Workshop on Caulerpa taxifolia*, Marseille, France: GIS Posidonie publ., 105-114.

PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. 1994. Presence of *Caulerpa racemosa* in the north-western Mediterranean. *Cryptogamie, Algol.* 15: 183-189.
RAYSS T. 1941. Sur les Caulerpes de la côte palestinienne. *Palestine J. Botany* 2: 103-124.
WILLIAMS E. H. JR. AND BUNKLEY-WILLIAMS L. 1990. The world-wide coral reef bleaching cycle and related sources of coral mortality. *Atoll Res. Bull.* 335: 1-71.

LA QUALITÉ DES EAUX CÔTIÈRES ET DES EAUX DE BAIGNADE

par

P. VAN KLAVEREN ⁽¹⁾ et *Marie-Christine GRILLO* ⁽¹⁾

La qualité des eaux côtières et des eaux de baignade constitue un facteur essentiel de la politique de protection de l'Environnement du Gouvernement Princier.

Le maintien de cette qualité nécessite une intervention sur trois niveaux complémentaires ; la surveillance, avec ses deux composantes principales, le diagnostic de l'état du milieu et l'évaluation des mesures prises, la compréhension des phénomènes naturels à prendre en compte dans les différentes actions d'analyse et de protection et la mise en œuvre d'installations spécifiques de protection.

Surveillance

Objectifs

Notre surveillance de l'environnement marin a 4 objectifs principaux :

- 1/ Evaluer, en vue de leur atténuation, les atteintes du milieu naturel par les actions humaines ;
- 2/ Evaluer l'efficacité des mesures prises et les ajuster tant sur le plan technique que réglementaire ;
- 3/ Evaluer la faisabilité de mise en œuvre de techniques de conservation ou de réhabilitation ;
- 4/ Collaborer avec d'autres Etats pour obtenir ces résultats à l'échelle de la région Méditerranéenne.

Programme de surveillance

Il est assuré par le Service de l'Environnement et vise à la fois les sources de pollution directes ou indirectes ainsi que les zones ou les activités sensibles à ces pollutions.

En dehors de l'évaluation permanente et à long terme de l'état des peuplements marins par un suivi cartographique de leur extension et de l'état de leurs différentes composantes, le Service de l'Environnement utilise des indicateurs de qualité du milieu qui sont physicochimiques ou biologiques. Les résultats de ce type de surveillance sont souvent immédiatement exploitables.

Le programme de surveillance de la qualité du milieu marin monégasque fait appel à une série d'analyses classiques ainsi qu'à la mise en œuvre de méthodes nouvelles, conformément aux orientations des programmes internationaux et nationaux de surveillance. Les méthodes nouvelles, retenues dans la plupart des pays mettant en œuvre des programmes de surveillance du milieu marin, ont pour objectif d'évaluer l'état de santé de la faune et de la flore marine par la mesure de la réponse d'organismes marins à des perturbations du milieu.

Stratégie de surveillance

Elle revêt un double aspect :

- l'évaluation directe des substances contaminantes, par des prélèvements périodiques et des analyses d'échantillons d'eau de mer, destinée à déterminer les tendances à court terme de la pollution marine ;-
- une surveillance indirecte, par des prélèvements périodiques d'organismes marins (Moules et Poissons) et de sédiments, destinée à déterminer les tendances à moyen terme et à long terme de la pollution.

La surveillance directe est effectuée essentiellement par des prélèvements d'eau de mer sur un réseau de stations défini par rapport aux sources d'apports terrestres (émissaires des stations de traitement des eaux usées, déversoirs d'orages, ferme marine, etc.).

La surveillance indirecte chimique consiste essentiellement en prélèvements de moules sur la digue du nouveau port de Fontvieille et en prélèvements de sédiments en divers points de la baie, selon les moyens à la mer disponibles.

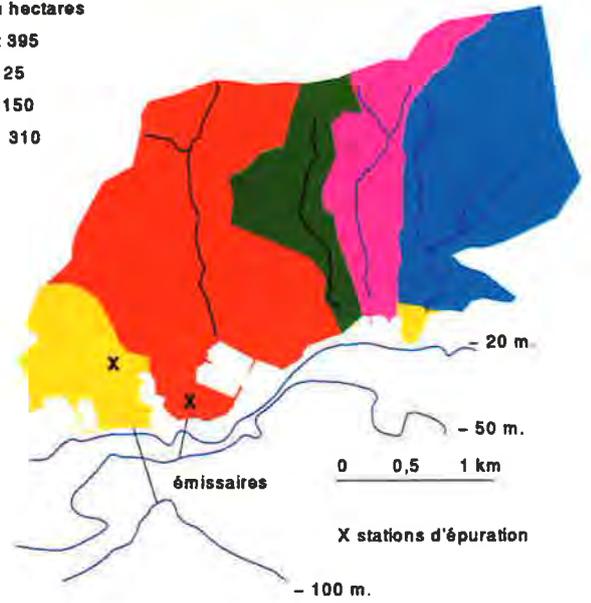
⁽¹⁾ Service de l'Environnement.

Amphithéâtre de Monaco: bassins versants

Surfaces en hectares

Ste Dévote: 395
 La Noix: 125
 Larousse: 150
 St Roman: 310

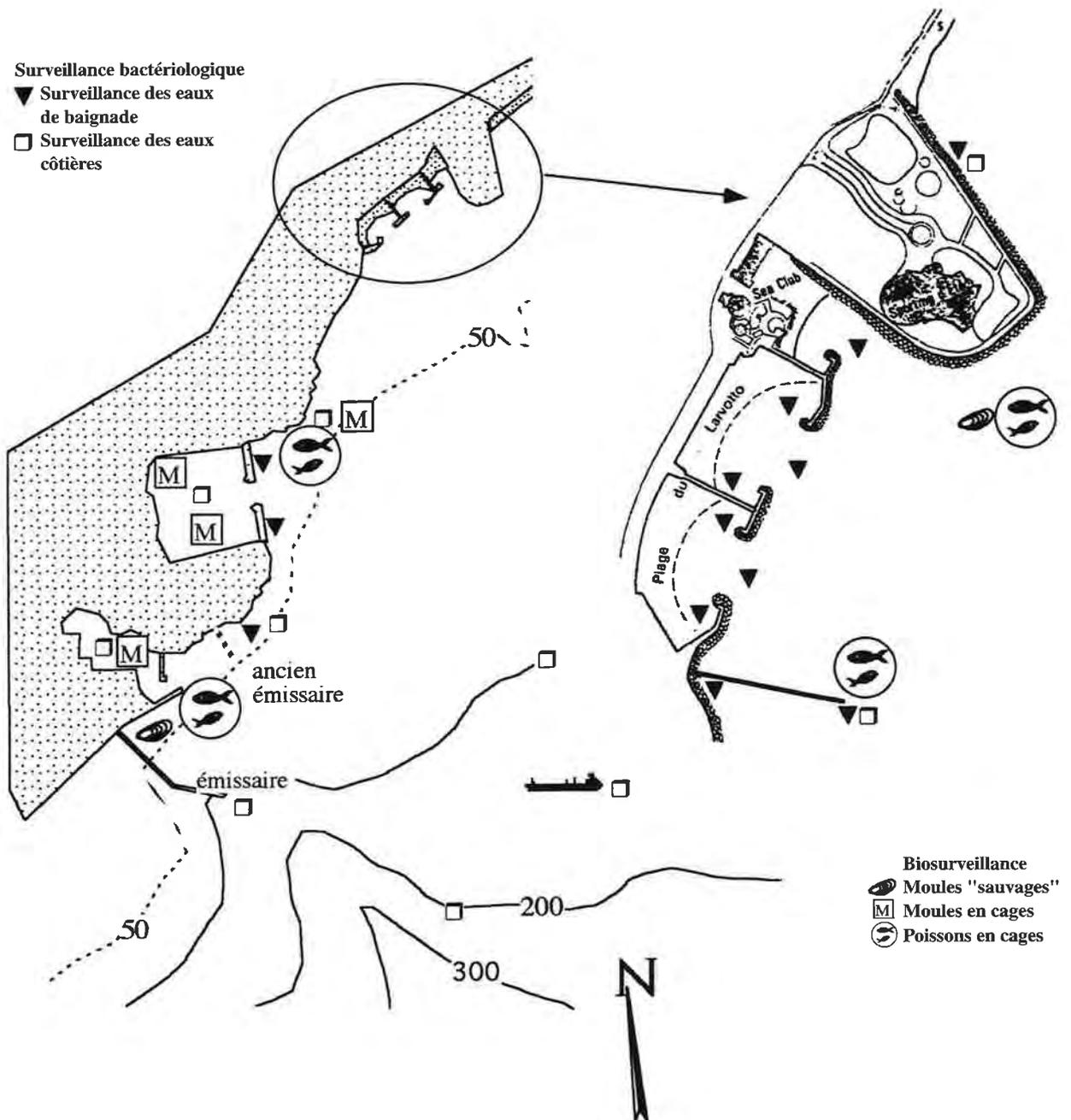
Les divers vallons :
 St. Dévote
 en rouge,
 La Noix en vert,
 La Rousse
 en violet,
 St. Roman en bleu clair



Programme de surveillance du milieu marin

Surveillance bactériologique

- ▼ Surveillance des eaux de baignade
- Surveillance des eaux côtières



- Biosurveillance
- 🐟 Moules "sauvages"
 - 📦 M Moules en cages
 - 🐟 Poissons en cages

La surveillance indirecte biologique fait partie d'un nouveau programme débuté en mars 1994. Elle utilise des poissons et des moules, soit maintenus en cages en divers points du littoral soit, prélevés dans les peuplements naturels.

Cette partie du programme a été récemment mise en liaison avec des programmes italiens et français dans le cadre de RAMOGE. Il correspond aussi à des orientations nouvelles du MEDPOL (Programme de Surveillance des Etats Méditerranéens).

Les eaux de baignade font l'objet d'une surveillance bactériologique qui couvre un réseau de treize points. La fréquence de prélèvement est hebdomadaire d'avril à septembre et mensuelle d'octobre à mars. Pendant la période estivale, la qualité de l'eau de baignade est publiée hebdomadairement. Chaque année un bilan saisonnier est établi.

La Principauté de Monaco a également mis en œuvre d'autres activités de surveillance de la pollution marine depuis plusieurs années. Il s'agit essentiellement :

- de la participation au Réseau National Français d'Observation de la qualité du milieu marin (R.N.O.). Cette participation permet de surveiller la qualité des eaux marines dans l'extrême Sud-Est de la France (actuellement 5 stations situées entre Menton et Villefranche sur mer et huit missions par an).

- d'actions ponctuelles de surveillance telles que des contrôles fréquents des teneurs en hydrocarbures de l'eau de mer au moment de l'accident du HAVEN, une surveillance renforcée des teneurs en germes fécaux et en ammonium en cas de panne de la station d'épuration, etc.

- de la surveillance de l'impact de la ferme aquacole Labrax.

Paramètres déterminés et méthodes utilisées

A/ Surveillance physico-chimique :

- la surveillance directe de la qualité de l'eau de mer se fait selon une fréquence de prélèvement mensuelle. Les paramètres physico-chimiques déterminés sont les suivants :

- transparence, matières en suspension, température, salinité, oxygène dissous, pigments du plancton végétal (chlorophylle et phéophytine), nitrates et nitrites, ammonium, phosphates, détergents anioniques, hydrocarbures aromatiques.

- la surveillance indirecte se fait selon une fréquence de prélèvement annuelle (pour les moules) et occasionnelle pour les sédiments. Jusqu'à présent, seuls les métaux lourds (Plomb, Cadmium, Mercure, Cuivre) ont été déterminés dans ces échantillons. La méthode appliquée à l'analyse de ces échantillons est la spectrométrie d'absorption atomique.

B/ Surveillance biologique :

Il y a donc un besoin urgent de trouver des outils permettant d'établir un diagnostic précis et capable de prédire l'impact d'un polluant, un système d'alarme précoce : les biomarqueurs répondent à cette attente.

A l'exemple des longues séries d'analyses permettant la mise en évidence des anomalies de fonctionnement du corps humain leur mise en œuvre sur les êtres vivants animaux ou végétaux marins permet d'établir le degré d'exposition de ces organismes à des contaminants parfois indosables directement ou agissant en synergie.

Les biomarqueurs sont donc basés sur la réponse physiologique et biochimique d'un organisme à la présence d'un polluant.

La fréquence d'analyse est saisonnière.

Les analyses biologiques sont doublées de dosages chimiques des métaux lourds chez les organismes (fréquence saisonnière) et des hydrocarbures polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB) et métaux lourds dans les sédiments sous jacents aux cages et en d'autres zones littorales (fréquence annuelle).

C/ Surveillance bactériologique de la contamination par les eaux usées :

Elle s'effectue au cours de 2 programmes :

- la surveillance côtière mensuelle de la qualité des eaux associée à des paramètres physico-chimiques,
- la surveillance de la qualité des eaux de baignade dont la fréquence est hebdomadaire en été et mensuelle en hiver.

Le choix des points de prélèvement est défini par rapport aux sources de pollutions éventuelles (émissaires de station d'épuration et d'orage) et des zones sensibles (zones de baignade).

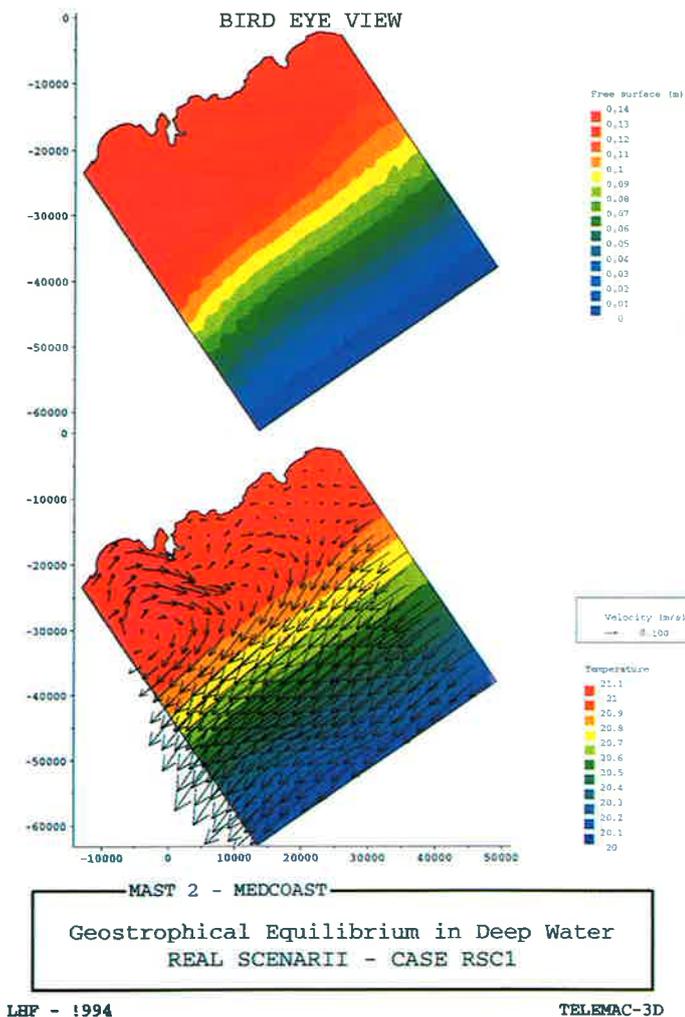
Paramètres analysés : depuis de nombreuses années, les analyses portent sur les germes classiques témoins de contamination fécale tels que :

- les coliformes fécaux, =>
- les coliformes totaux, => EN TOUTE SAISON
- les streptocoques fécaux =>
- *Pseudomonas aeruginosa* =>
- les staphylocoques pathogènes => EN PERIODE ESTIVALE
- *Candida albicans* =>

D/ Surveillance des rejets industriels et du fonctionnement des systèmes d'épuration :

Les méthodes classiques de contrôle de la charge polluante des rejets sont employées dans le cadre du Service de l'Environnement. En outre notre laboratoire d'écotoxicologie met en œuvre divers tests utilisant des organismes

Figure 1 :
Les courants de surface devant Monaco en été par temps calme bien établi.
La figure du bas représente les vecteurs vitesse et la variation de la température de surface de la mer, de la côte jusqu'à 20 km au large, où le courant Ligure a sa vitesse maximale.
La figure du haut représente le dénivelé du niveau de la mer, de l'ordre du centimètre, associé au courant Ligure (le niveau le plus élevé est à la côte).



(Daphnies, Algues, Poissons d'eau douce) permettant d'évaluer la toxicité des échantillons.

Parmi eux l'on peut citer une méthode normalisée (Microtox), basée sur la mesure d'une perte de luminescence de certaines bactéries (*Photobacterium phosphoreum*) en contact avec le milieu étudié.

Outre son intérêt dans la détermination du degré de toxicité des rejets, cette méthode permet une simulation de l'impact de l'effluent sur les performances des biofiltres de la station d'épuration.

Ces évaluations de toxicité sont également mises en œuvre dans le domaine marin (sédiments) et dans l'évaluation de la qualité des ressources en eaux douces (nappes du réseau karstique).

Afin de comprendre l'impact de ces rejets dans le réseau, puis en mer après traitement ou débordement du réseau en période orageuse, le Service de l'Environnement met en œuvre une série de programmes d'étude des débits des différents émissaires en mer. A côté de ces études d'approche du flux de pollution, un ambitieux programme de modélisation des déplacements de ces masses d'eaux d'origine terrestre est en cours dans le cadre d'une collaboration européenne.

La Modélisation de la Baie de Monaco

Les rejets provenant des torrents, des déversoirs d'orages et des émissaires urbains d'eaux traitées et prétraitées constituent les apports d'origine tellurique. La connaissance de ces apports et de leur répartition spatio-temporelle en mer est particulièrement importante pour l'évaluation des risques liés à la pollution littorale qui est par ailleurs l'objet de campagnes de surveillance périodique des qualités bactériologiques physico-chimiques et biologiques des eaux côtières et particulièrement des eaux de baignade.

Cette répartition peut être calculée dans la mesure où les rejets sont connus tant par leur localisation, leur niveau d'immersion leur débit que par les variations des teneurs en substances polluantes qu'ils contiennent. En effet, arrivés en mer ces rejets forment des panaches qui se diluent et se dispersent selon des processus régis par les mouvements de l'eau de mer : l'hydrodynamique du milieu.

C'est dans le cadre de la mise en œuvre de "modèles d'hydrodynamique" que la direction et la vitesse des courants sont calculées, en plusieurs milliers de points répartis dans le volume de la baie. Le Service de l'Environnement participe au programme européen MEDCOAST qui a pour objectif de :

- comprendre les évolutions hydrodynamiques côtières en Méditerranée,
- tester différents modèles capables de représenter l'hydrodynamique de baies ayant les mêmes caractéristiques que celle de Monaco, c'est-à-dire une côte très accore et des eaux côtières sous l'influence d'un courant du large : le courant Ligure,
- améliorer les techniques de modélisation,
- définir les meilleures stratégies de construction, d'exploitation et de validation.

Pour ce faire quatre organismes européens ont adapté chacun un modèle mathématique et l'ont appliqué à la baie de Monaco.

Les premiers résultats obtenus se rapportent aux conditions prévalant en été lorsqu'un temps calme et ensoleillé est établi depuis plusieurs jours. Ils montrent (Fig. 1) que les courants les plus rapides sont localisés à l'avant des caps et du Rocher de Monaco où se trouve par 100 mètres de fond le point de rejet de l'usine de traitement des eaux résiduaires de la ville. Ils montrent aussi au niveau des plages des deux baies encadrant le Rocher, l'existence d'un courant poussant vers le large les eaux côtières.

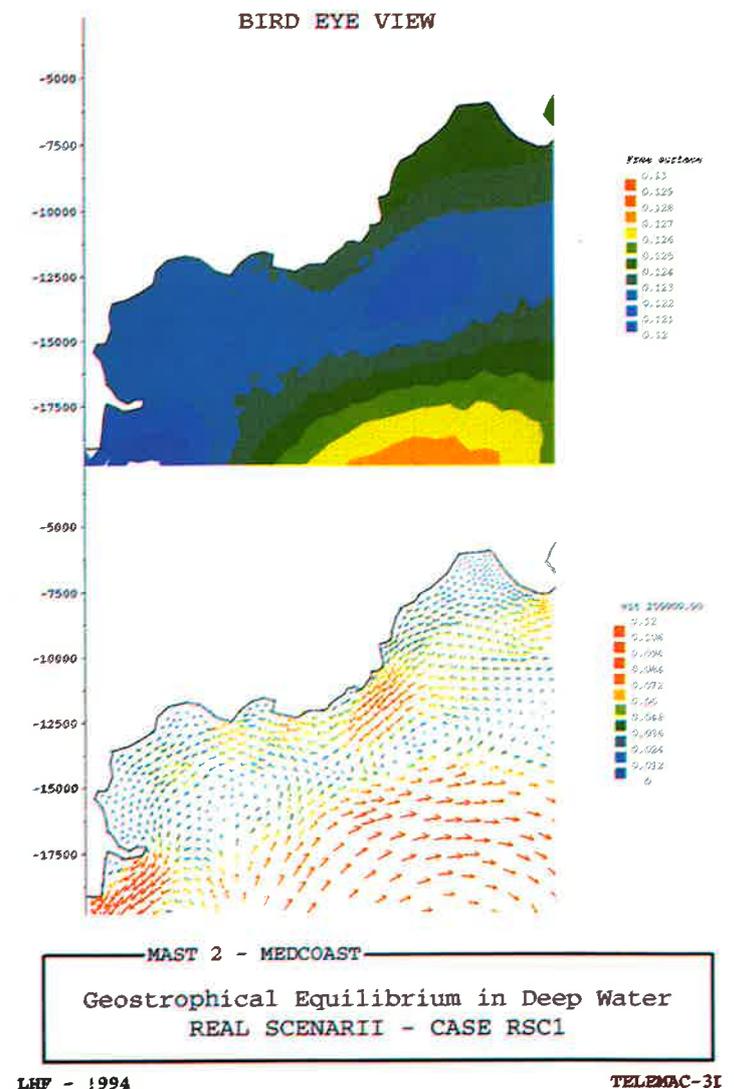
Ces premiers résultats sont fondés sur les caractéristiques du courant Ligure, coulant d'est en ouest à 20km en avant des côtes (Fig. 2), définies à partir des informations recueillies dans le cadre du programme de Recherches International en Méditerranée Occidentale (PRIMO) effectué conjointement sous l'égide de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée (CIESM) par l'Italie, la France, l'Espagne et Monaco.

Une première exploitation du modèle est envisagée pour l'étude de la modification des courants devant le port du fait de la construction future de la nouvelle digue. Une deuxième exploitation à plus long terme, pourrait être la prévision de la qualité des eaux de la Principauté particulièrement de celle des plages.

Cela présuppose que la validité des modèles soit contrôlée en comparant les résultats aux informations qui seront fournies par différentes sources : les stations météorologiques réparties sur l'amphithéâtre, les capteurs déjà installés dans le réseau de collecte des eaux résiduaires ainsi que sur les torrents et ceux à installer en mer.

Cette validation, qui est la continuation des travaux de modélisation en cours est une tâche dont la mise en œuvre est préparée pour le début 1996 dans le cadre d'une proposition de programme européen MASTIII.

Figure 2 :
Zoom de la figure précédente entre le Cap Martin et le Cap Ferrat.
Observer qu'à la côte les courants les plus rapides se situent devant les Caps et devant le Rocher de Monaco.





GESTION DES INSTALLATIONS DE PROTECTION DU MILIEU MARIN⁽¹⁾

La Principauté de Monaco occupe la façade maritime d'un bassin versant qui s'étend :

- sur la totalité du territoire de la Principauté,
- sur la totalité du territoire de la commune de Beausoleil,
- sur une fraction des territoires des communes de Cap d'Ail et de la Turbie.

La protection du milieu marin qui s'étend le long de cette façade maritime nécessite le traitement des effluents qui émanent de l'ensemble de ce bassin versant, aussi bien par temps sec que par temps de pluie.

Le plan d'assainissement de la Principauté s'est assigné trois objectifs pour le traitement de ces effluents :

- épuration performante du débit de temps sec,
- épuration satisfaisante du premier flot d'orage qui charrie la part la plus polluée du ruissellement,
- réduction des déversements d'eaux polluées au voisinage de la côte.

Pour atteindre ces objectifs la Principauté s'est dotée d'ouvrages performants en matière d'assainissement des eaux usées :

- Un réseau d'assainissement complet et étanche.
- Une station de prétraitement des effluents.
- Une station d'épuration biologique des effluents.
- Des émissaires profonds.

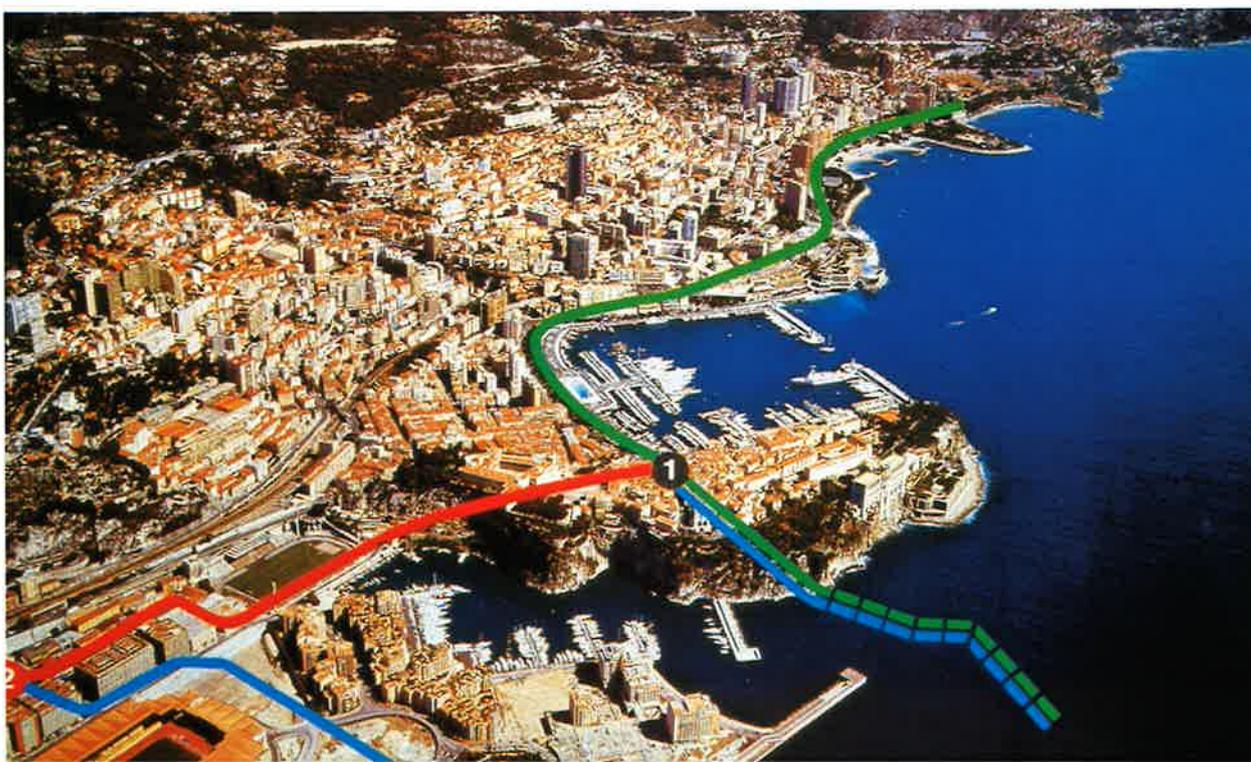
Le réseau d'assainissement

La Principauté dispose d'un réseau d'assainissement complet et bien entretenu qui draine, par temps sec et par temps de pluie, l'ensemble des effluents du bassin versant vers les deux collecteurs du littoral et de Fontvieille.

Ces deux collecteurs convergent au point dit de "La Quarantaine" qui constitue le point bas de l'ensemble du réseau.

Par temps sec le débit qui converge en ce point est de l'ordre de 250 litres par seconde (l/s) en moyenne avec des pointes de 500 l/s. Par temps de pluie les orages importants peuvent y générer un débit de l'ordre de 2000 l/s. Lors des

(1) Service du Contrôle Technique et de la Circulation



-  Collecteur du littoral
-  Liaison station prétraitement station d'épuration
-  Rejets en mer

orages exceptionnels qui génèrent un débit supérieur à ce dernier chiffre les déversoirs situés le long des deux collecteurs entrent en fonctionnement de sorte que le débit maximal qui peut être observé au point de convergence de "la Quarantaine" reste limité à 7 ou 8 m³/s.

Plusieurs stations de pompage, dont la plus importante dessert le nouveau quartier de Fontvieille, permettent de relever les eaux usées produites à une côte inférieure à celle des collecteurs principaux : la maintenance de ce réseau, ainsi que des équipements associés, est assurée par la Section Assainissement du Service du Contrôle Technique et de la Circulation.

Les ouvrages d'épuration

La station de prétraitement

Pour prévenir les déversements d'eaux polluées au voisinage de la côte une station de prétraitement a d'abord été réalisée, tout naturellement, à "La Quarantaine".

A cet effet, une galerie de 80 mètres de long, 12 mètres de large et 7 mètres de hauteur a été creusée sous le "Rocher". La station de prétraitement a été mise en service dès juillet 1987 et son exploitation est assurée depuis 1990 par la "Section Assainissement du Service du Contrôle Technique et de la Circulation".

Le traitement des eaux

Au sein de cette station de prétraitement s'effectuent les premières opérations du cycle d'épuration des effluents à savoir :

- Un dégrillage qui permet d'extraire les éléments de dimension supérieure à 20 mm.
- Un tamisage qui complète cette extraction jusqu'à la dimension de 6 mm, y compris pour les "filasses".
- Un dessablage et un déshuilage qui s'effectuent dans deux bassins de sédimentation où les effluents séjournent suffisamment pour permettre la décantation des sables au fond de ces bassins et la flottaison des huiles et des graisses qui sont récupérées par "écrémage" de leur surface.

Cette station de prétraitement a été dimensionnée pour pouvoir :

- dégriller un débit de 6 m³/s, correspondant à l'orage décennal (d'occurrence une fois tous les dix ans),
- tamiser, dessabler et déshuiler un débit de 2 m³/s qui correspond au débit véhiculé par le réseau lors des orages annuels les plus importants.

A la sortie de la station de prétraitement, les effluents ainsi prétraités, mais dans la limite de 500 l/s, sont dirigés vers la station d'épuration, située dans le quartier de Fontvieille, pour y bénéficier d'un traitement complémentaire plus performant. Ainsi :

- par temps sec : comme le débit de pointe ne dépasse pas 500 l/s tous les effluents du bassin versant sont d'abord complètement prétraités (dégrillés à 20 mm, puis tamisés à 6 mm, puis dessablés et déshuilés) avant d'être refoulés vers la station d'épuration pour y bénéficier du traitement biologique poussé,

- par temps de pluie : lors des petits orages et jusqu' aux orages annuels les plus importants dont le débit peut atteindre 2000 l/s, tous les effluents sont complètement prétraités.

Dans la limite de 500 l/s la partie correspondante des effluents prétraités est toujours dirigée vers la station d'épuration tandis que l'excédent (1500 l/s) est évacué en émissaire, à la pointe Saint Martin, où l'ancien émissaire a été doublé pour assurer une évacuation par 40 mètres de profondeur de cet excédent. Lors des très gros orages le débit véhiculé par le réseau est prétraité dans la station dans la limite de 2000 l/s (et traité à la station d'épuration dans la limite de 500 l/s) tandis que l'excédent est malgré tout dégrillé avant d'être rejeté directement à la côte à la pointe Saint Martin.

Le traitement des déchets

Les refus de dégrillage, les résidus de tamisage et les graisses sont regroupés dans des conteneurs spécifiques avant d'être transportés vers l'usine d'incinération des ordures ménagères où ils sont incinérés.

Les sables extraits des bassins de décantation sont évacués en décharge.

Le traitement de l'air

Pour éviter les nuisances olfactives la station de prétraitement est dotée d'un équipement de traitement de l'air. A cet effet, l'ensemble des volumes de la station est maintenu en dépression pour éviter une propagation de l'air ambiant vers le tunnel routier voisin.

L'air extrait de la station est traité sur trois tours de lavage (lavage acide, basique et oxydant) avant d'être refoulé à la pointe Saint Martin.

La station d'épuration

Dans la limite de 500 l/s qui correspond au débit de pointe de temps sec, les effluents, après avoir été complètement prétraités sont refoulés vers la station d'épuration pour y bénéficier d'une épuration plus complète.

Cette épuration poussée génère d'importantes quantités de boues qui sont incinérées à l'usine d'incinération des ordures ménagères. C'est la raison pour laquelle la station d'épuration a été localisée en sous-sol d'un bâtiment mitoyen de cette usine d'incinération.

La liaison entre la station de prétraitement et la station d'épuration est assurée par une conduite capable de véhicu-

Déssablage - Déshuilage



Tamisage



Pompes de relèvement



Filtration biologique



ler ledit débit de 500 l/s à travers le tunnel et le quartier de Fontvieille. L'exploitation de cette station fait l'objet d'un contrat de concession conclu entre l'Etat Monégasque et la Société Monégasque des Eaux en utilisant le savoir faire de la Société OTV (Omnium de Traitements et de Valorisation) qui a mis au point le procédé de filtration biologique qui constitue l'étape principale de l'épuration. La tutelle de cette concession est assurée par le Service du Contrôle Technique et de la Circulation.

Le traitement des eaux

Les effluents prétraités qui arrivent ainsi à la station d'épuration sont soumis :

- à une décantation poussée dite de type lamellaire,
- à une filtration de type biologique, c'est-à-dire que les effluents percolent à travers un filtre constitué de biocarbone (gravier de schiste) tandis que de l'air est insufflé à travers ce biocarbone. Des bactéries spécifiques se dévelop-

pent sur chaque grain du filtre et se nourrissent de la pollution résiduelle contenue dans l'eau à traiter.

L'eau épurée qui est recueillie au fond des filtres après cette épuration biologique est d'excellente qualité dans l'échelle des eaux épurées puisqu'elle atteint le niveau "e" de la réglementation française.

En fonctionnement courant la station opère ainsi en filtration biologique. En cas de panne ou de fonctionnement dégradé de cette filtration biologique, il est possible d'injecter dans l'effluent en provenance de la station de prétraitement des additifs spécifiques (chlorure ferrique et polymères) qui permettent d'accroître encore la capacité de décantation des décanteurs lamellaires.

La partie filtration biologique peut ainsi être totalement ou partiellement court-circuitée : on dit que la station fonctionne alors respectivement en mode physico-chimique ou en mode mixte, ce qui assure une grande fiabilité de fonctionnement en regard de la mission d'épuration à devoir assurer.



*Vue
extérieure
du
bâtiment*

Le traitement des boues

Les boues qui sont générées lors de la décantation lamellaire et lors du lavage journalier des filtres biologiques (qui sinon se colmatent) sont d'abord épaissies par décantation puis centrifugées pour être rendues encore plus compactes avant d'être refoulées, par une pompe à piston, de type "pompe à béton", dans une tuyauterie étanche qui les conduit directement dans le four de l'usine d'incinération des ordures ménagères où elles sont ainsi rapidement incinérées.

Cette chaîne de traitement des boues prévient leur mise à l'air libre lors des différentes étapes du procédé (épaississement, centrifugation, incinération) ce qui limite la génération des odeurs.

Le traitement des odeurs

Ce traitement est d'abord assuré, comme nous l'avons vu par une stricte limitation des odeurs à la source mais aussi par une mise en dépression de l'air de l'ensemble de la station.

Cet air extrait des différentes zones de la station est traité dans trois tours de circulation successivement à caractère acide, basique et oxydant qui "cassent" les longues molécules odorantes contenues dans l'air extrait, préalablement à son rejet en toiture de l'immeuble.

Les émissaires en mer

Les points du réseau d'assainissement où d'importantes quantités d'eau sont susceptibles d'être rejetées en mer ont été équipés d'émissaires dont le plus important est celui qui véhicule les effluents produits par la station de traitement : il débouche à la profondeur de 100 m et à une distance de 800 m au large de la digue de Fontvieille. L'émissaire de la pointe Saint Martin, au pied du rocher de Monaco, évacue les eaux prétraitées qui n'ont pas pu être acceptées par la station de traitement du fait de leur débit dépassant, en cas d'orage notamment, la capacité de cette station.

Il débouche à la profondeur de 45 m et à une distance de 400 m de la côte. Un autre émissaire (longueur 200 m, exutoire à 40 m de profondeur) véhicule les eaux de deux val-

lons (La Noix et La Rousse) au large du quartier à Monte Carlo.

La surveillance et l'entretien de ces émissaires, ainsi que le curage des vallons, sont assurés par la Section Assainissement du Service du Contrôle Technique et de la Circulation.

L'ensemble de ces équipements, réseau d'assainissement + station de prétraitement + station d'épuration + émissaires profonds assure une parfaite épuration des effluents du bassin versant monégasque et donc une excellente protection du milieu marin et des plages balnéaires du littoral monégasque.

L'élimination des déchets

L'usine d'incinération des ordures ménagères de Monaco située à Fontvieille, tout près de la station d'épuration, constitue le dernier maillon de l'épuration des eaux usées puisqu'elle traite la plus grande partie des déchets produits par les diverses étapes de traitement.

Cette usine, parfaitement intégrée au milieu urbain où elle est située, reçoit les ordures ménagères non seulement de la Principauté mais aussi de nombreuses communes voisines du département français des Alpes Maritimes à raison d'environ 65000 tonnes par an. Elle est équipée d'un système de lavage humide des fumées qui assure le respect des normes européennes les plus récentes en matière de rejets à l'atmosphère. La combustion des résidus produit de l'énergie électrique qui est injectée sur le réseau de distribution électrique de Monaco ainsi que de l'énergie thermique sous forme de vapeur utilisée dans une centrale thermofrigorifique elle-même située à proximité. De nombreux immeubles du quartier de Fontvieille sont alimentés par cette usine qui produit simultanément de l'eau chaude et de l'eau froide.

L'exploitation de l'usine d'incinération fait l'objet d'un contrat de concession conclu entre l'Etat Monégasque et la Société Monégasque d'Assainissement qui a, notons le au passage, mis au point le système d'injection des boues produites par la station de traitement des eaux résiduaires. La tutelle de cette concession est assurée par le Service du Contrôle Technique et de la Circulation.

LES JARDINS DE MONACO

par
J.L. VAN KLAVEREN ⁽¹⁾

Historique

Au début du siècle dernier, les espaces verts de la Principauté de Monaco étaient constitués de zones naturelles, falaises, glacis. Le quartier de La Condamine était occupé par des terrains agricoles avec des oliviers et des agrumes. En fait, seul MonacoVille était construit. L'eau destinée à ces terres cultivées provenait d'une source située sur la commune de Beausoleil.

Les premiers jardins publics créés en Principauté sont situés sur le Rocher. Ce sont les jardins Saint Martin, décidés en 1816 par le Prince Honoré V. La Principauté alors, éprouvée par la Révolution et l'Empire, subissait une grave famine. Le Prince décida alors de donner au plus vite du travail à la population en créant ces jardins.

C'est toutefois sous le règne du Prince Charles III, et plus précisément lors de la création du Quartier de Monte Carlo, vers 1863, que débute la politique d'espaces verts en

Principauté. En 1879, Marie BLANC, épouse de François BLANC fondateur du Casino de Monte-Carlo, fait appel à deux architectes paysagers, LINDEN et ANDRE, pour agrémenter le plateau des Spélugues.

Parmi les espaces verts du début du siècle, il convient de citer le PARC PRINCESSE ANTOINETTE, ancienne oliveraie transformée en jardin public.

L'histoire des jardins de la Principauté est intimement liée à celle du développement de la Côte-d'Azur. Hormis ceux du Palais Princier, il n'y avait pas, au début du XIX^{ème} siècle, de jardin d'agrément digne de ce nom.

Les autres jardins sont récents puisqu'ils ont vu leur création s'échelonner à partir des années 1960, liés au développement immobilier. C'est le cas des espaces verts des quartiers du Larvotto et de Fontvieille.

(1) *Chef du Service Jardins*

*Romneya
Coulteri*



Photo VIETHEL

La Division "Jardins"

Chargée des espaces verts au sein du Service de l'Urbanisme et de la Construction.

En 1961, l'entretien des jardins, auparavant assuré par une entreprise privée, est intégré à l'administration gouvernementale.

Les jardins représentaient une surface d'environ 50.000 m², avec 450 arbres d'alignement. Une petite pépinière produisait les végétaux nécessaires aux plantations et aux décorations des espaces verts et des lieux publics.

En 1961, le Service des Jardins, composé de 28 agents rattachés à un service du Département des Travaux Publics, prend rapidement de l'importance puisque les superficies, au cours des années, vont atteindre 74.000 m² en 1970 et 160.000 m² en 1980.

En 1990, avec l'aménagement du terre-plein de Fontvieille, les surfaces entretenues atteindront 244.000 m² pour un effectif de 117 agents.

A la fin de l'année 1994, le total est passé à 266.000 m², dont 700 arbres d'alignement et environ 1.400 jardinières mobiles.

L'effectif, (encadrement, bureau d'études, personnel de maîtrise, jardiniers et surveillants) est de 134 agents. La surface de l'ensemble des espaces verts, publics et privés s'élève à 418.000 m², soit plus de 20 % de la surface totale de la Principauté. Le rapport, compte tenu d'une population de 30.000 habitants, est de 13,93 m² par habitant. Monaco est bien une "ville verte".

Le bureau d'études de la Division Jardins élabore tous les projets d'espaces verts, îlots directionnels, expositions, squares, rue piétonne, brochures, affiches, index seminum et diverses manifestations. Dès que le projet est approuvé par le Gouvernement Princier, l'équipe chargée de la création prend le relais avec les moyens financiers et techniques appropriés. Sept équipes entretiennent les différents secteurs de la ville.

Cultures

Fleurs et arbustes

Jusqu'en 1977, une pépinière d'une surface d'environ 5.000 m², produisait, dans le quartier du Ténau à Beausoleil, les végétaux nécessaires aux jardins publics. La production annuelle d'environ 100.000 unités, devint rapidement insuffisante pour satisfaire des besoins en croissance constante.

Aussi, une propriété de 17.000 m² située à Saint Laurent d'Eze a été acquise par le Gouvernement Princier et progressivement aménagée. La production pouvait commencer dès 1977 et atteindre aujourd'hui 320.000 plantes par an.

Echanges botaniques internationaux

Soucieuse d'apporter sa contribution à l'effort international consenti par de nombreux pays pour la sauvegarde d'espèces végétales en voie de disparition, la Division Jardins, édite depuis 1980, l'Index Séminum de l'ensemble des plantes endémiques (espèces vivantes propres à la région) et des plantes existantes dans les jardins publics de la Principauté, au nombre de 1600 à la fin de 1994.



Photo BELFIORE



*Intérieur
d'une serre
(Primevères malacoides)*

Photo BELFIORE

*Parc
Princesse Antoinette*

Photo VIETHEL



XX ANS D' ACTIONS DES INSTITUTIONS PRÉSENTES A MONACO

Cet Index diffusé auprès des spécialistes de 78 pays, permet de fructueux échanges de graines, de boutures, de bulbes, etc..., assurant ainsi la pérennité d'un monde végétal soumis à bien des agressions de toute nature.

L'acclimatation d'espèces exotiques fait également l'objet de soins particulièrement attentifs.

L'épanouissement de ces végétaux qui se sont parfaitement acclimatés et prospèrent depuis une quinzaine d'années, malgré les rigueurs des hivers de 1985 et 1986 en est la démonstration.

Contrôle des créations et de l'entretien des espaces verts privés

Le contrôle du bon état réglementaire des espaces verts privés, est effectué par les surveillants de voirie, qui interviennent le cas échéant, par des mises en demeure de reprendre l'entretien déficient ou abandonné.

Reboisement des communes limitrophes de la Principauté

La Division Jardins participe avec ses moyens techniques et financiers, aux opérations de reboisement des communes limitrophes, sur des parcelles communales ou appartenant à la Principauté de Monaco, afin de reconstituer le couvert végétal, détruit par les incendies dramatiques de 1986.

Le Gouvernement Princier a financé la plantation de plus de 36.000 arbres (sur environ 48 hectares), notamment sur les communes de La Turbie et de Roquebrune Cap Martin, en collaboration étroite avec l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature.

Arboretum de Roure

Plantation d'arbres de nombreuses espèces sur un même terrain, en vue de leur étude botanique.

Il est utile, avant tout, de préciser la situation géographique de la petite commune de Roure. Situé à l'extrémité Sud de l'arc alpin, dans la Vallée de la Tinée près de Saint Sauveur (département des Alpes Maritimes), ce village offre une amplitude altimétrique de 500 à 2.800 mètres et une variété de substrats telle que les richesses naturelles s'y multiplient.

Roure, a créé un arboretum avec la participation de l'Office National des Forêts, de plusieurs villes de la Côte d'Azur et notamment de la Principauté de Monaco, qui fournit depuis 1989, assistance matérielle et technique.



Photo VIETHEL

Une des particularités de cet arboretum tient à l'existence dans son périmètre, d'une aire où sont rassemblées de nombreuses variétés d'érables. C'est sur un territoire de 6 hectares à 1.100 m d'altitude, qu'a été implanté ce premier arboretum des Alpes Maritimes réunissant différentes essences des Alpes du Sud et d'autres régions de montagne.

Expositions internationales

La Division Jardins représente la Principauté dans les expositions internationales :

- Festival de la Rose à Nantes, en 1982
- Fête des Plantes, organisée à Nice par la Municipalité, en 1985
- Nuremberg, aux journées de la faune sauvage et de l'environnement, en 1986
- EXPO 90 à Osaka, du mois d'avril au mois d'octobre 1990
- AMERIFLORA 92, Columbus (Ohio), avril à octobre 1992
- Floralties de Thann (Alsace), en juin 1992.



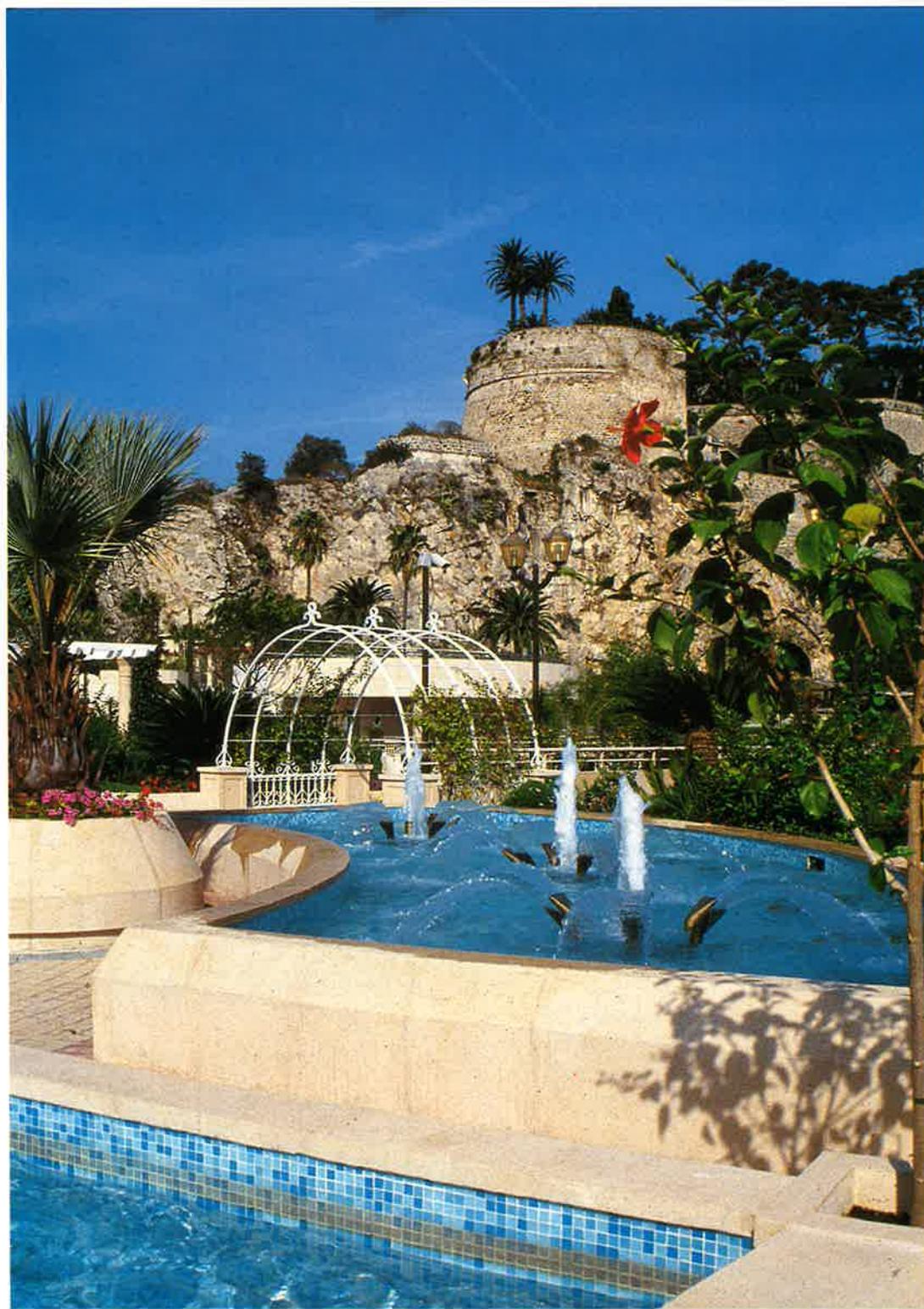
Arboretum
de
Roure

Photo VIETHEL



*Exposition de
Colombus (U.S.A.)
1992*

Photo Eric VERMIGLIO



*Terrasses
de
Fontvieille*

*Photo
P. PETTAVINO*



Photos P. PETTAVINO

Jardin japonais

Jardin Japonais

Au quartier du Larvotto

Soucieux de diversifier la présentation d'espaces verts originaux, le Gouvernement Princier confiait à la Division Jardins et à Yasuo Beppu, Paysagiste, grand prix d'art floral à Osaka, le soin de réaliser un Jardin Japonais au quartier du Larvotto, à proximité même du futur Palais des Expositions. Ce jardin d'une superficie de 7000 m², a été inauguré le 7 mai 1994 par Son Altesse Sérénissime le Prince Rainier III. Il constitue un véritable conservatoire naturel : montagne, lac, colline, ruisseau, îles, cascade, tout y est symbole, signes, figures, et artifices. C'est une autre facette intéressante de l'environnement monégasque.

Possibilités d'avenir

Vers la fin de ce siècle, les terrains libérés par la mise en souterrain de la voie ferrée, comporteront 45 % d'espaces verts nouveaux, pour le plaisir des habitants de la Principauté et de ses visiteurs.

La sauvegarde et le développement des espaces verts en milieu urbain constituent une des préoccupations importantes des pouvoirs publics, à une époque où l'amélioration du cadre de vie a pris une dimension fondamentale aux yeux de l'opinion publique.

La Division Jardins par ces compétences et la motivation de son personnel, est le plus sûr garant de la pérennité d'une réussite confirmée depuis de nombreuses années.



Renseignements techniques

Les techniciens de la Division Jardins peuvent être contactés par téléphone pour tout renseignement se rapportant aux traitements des végétaux, botaniques, conseils divers, etc. aux n° de téléphone: 93.15.85.49 93.15.83.37 ou 93.15.83.36, ou par fax: 93.15.88.02

A
LA RENCONTRE
DE
LA VIE SOUS-MARINE



*Rencontre d'une plongeuse
et d'un serran écriture
(Serranus scriba).*

RÉSERVE DE MONACO

Sommaire

	<i>Pages</i>
Introduction : une réserve pour la vie	III
Les paysages sous-marins de la réserve	IV
Vie végétale : la couleur des algues...	VI
Vie animale : attrait et beauté des invertébrés fixés	VII
Vie animale : invertébrés mobiles, affaire à suivre !	IX
Vie animale : découverte de quelques poissons	XII
Espèces menacées : la vie en danger	XX

N-B : *Tout au long de l'ouvrage, le lecteur rencontrera les signes suivants:*

° : *Les mots accompagnés de ce signe sont définis dans le lexique page XXII.*

+ : *Les mots accompagnés de ce signe correspondent au nom monégasque de l'espèce citée.*

N-B : *Tous les clichés d'espèces présentés dans ce fascicule ont été réalisés dans les eaux de la réserve sous-marine de Monaco, exceptés les suivants : la cigale de mer, la tortue caouanne, la datte de mer et le mérou.*

Une réserve pour la vie

A l'image de la Méditerranée, la vie sous-marine de la réserve naturelle° de Monaco est intense, diversifiée et passionnante à observer. Il suffit pour s'en convaincre d'écouter les récits des plongeurs qui ont la chance d'évoluer sous la surface de cette Grande Bleue miniature!

A l'image de la Méditerranée, son équilibre naturel est fragile. Aussi, pour que les eaux de cette zone jouent le rôle de réservoir vital dévolu aux aires protégées, il est primordial que leur accès soit règlementé et reste limité.

A l'occasion de ce 20ème anniversaire, les quelques pages qui suivent ont été écrites pour mieux faire connaître ce monde sous-marin à ceux qui n'ont pas la possibilité de le côtoyer directement. A travers la présentation des milieux et la description de quelques espèces représentatives de la réserve, les membres de L'AMPN ont souhaité faire partager au plus grand nombre leur passion mais aussi leurs préoccupations et leurs espoirs quant à la sauvegarde de ce patrimoine vivant de l'humanité qu'est la Méditerranée.

Plus que jamais, cette mer menacée mérite la protection et le respect de tous.

LES PAYSAGES SOUS-MARINS DE LA RÉSERVE :

Une fois franchie, la surface de l'eau laisse apparaître les biotopes° sous-marins de la réserve monégasque. Peu connus, parfois mystérieux, ces habitats naturels ou artificiels ont chacun leur propre visage et leurs caractéristiques. Les espèces animales et végétales marines s'y répartissent en fonction de leur mode de vie.



BEAUSOLEIL

LES BLOCS

Digue du Sporting ou brise-lames du Larvotto ; installés à l'origine en guise de protection, les gros blocs de pierres de la Turbie hébergent sous la surface une faune et une flore associées qui apprécient ces endroits battus par les vagues.



LE TOMBANT

La Méditerranée est riche par la variété de ses peuplements et par ses couleurs. L'éclat des parois verticales, colonisées par de nombreux invertébrés° fixés, en apporte la preuve. Entre 20 et 40 mètres de profondeur, sur le tombant du Loews, ces splendides gorgones (Eunicella cavolinii) révèlent leur teinte dorée.

LES GROTTES EXPÉRIMENTALES

Testé dans la réserve depuis 1989, l'élevage, en milieu naturel, du corail rouge de Méditerranée (*Corallium rubrum*), est porteur d'un immense espoir ; celui de voir dans un avenir proche son application à grande échelle. De mieux en mieux maîtrisé, il devrait permettre le repeuplement des zones où le corail des bijoux a désormais disparu.



UNE VARIÉTÉ DE SITES POUR UNE MULTITUDE D'ESPÈCES

LA PRAIRIE SOUS-MARINE

L'herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*), phanérogame marine nommée aussi paille de mer ou herbe de Neptune, occupe dans la réserve une surface importante. Stabilisateur des fonds sableux de 10 à 30 mètres, producteur d'oxygène, lieu de reproduction et de ponte de nombreuses espèces, l'herbier joue un rôle très important dans l'équilibre des milieux côtiers.



LA MER OUVERTE

La pleine eau abrite les organismes vivants du plancton et du necton. Ici, une méduse (*Aurelia aurita*) ou *carnassa*, parfaitement inoffensive, nage en vain contre le courant qui l'emporte. Périodiquement, les conditions climatiques favorisent la prolifération de méduses urticantes comme la pélagie (*Pelagia noctiluca*), au désespoir des baigneurs de la plage du Larvotto.



LES RÉCIFS ARTIFICIELS

Au bout de quelques mois, les récifs immergés dans la réserve sous-marine n'ont plus rien d'artificiel ! Très vite, la vie colonise ces structures aux formes diverses : c'est bien là le but recherché. L'introduction de ces nouveaux habitats est intéressante à plus d'un titre : elle permet d'augmenter les densités de populations animales ou végétales déjà présentes, mais aussi de réintroduire une espèce devenue rare, en recréant les conditions qui lui sont favorables.



VIE VÉGÉTALE : LA COULEUR DES ALGUES° . . .

HALIMEDA

Halimeda tuna (Ellis & Solander) Lamouroux, 1824

Embranchement : Thallophytes - Classe : Chlorophycées (Algues vertes) - Sous-classe : Ulvophycées -
Ordre : Caulerpales - Famille : Halimedacées.

Répartition géographique : mer Méditerranée, mers tempérées et tropicales du monde entier.

Taille : 3 à 20 cm de hauteur.

Petites pièces sous la mer

L'halimeda est abondante entre 10 et 30 mètres sur les fonds rocheux. Elle peut vivre cependant jusqu'à 75 mètres de profondeur. Son appareil végétatif se présente sous la forme d'un éventail, composé d'un empilement de pièces articulées qui rappelle l'aspect de certains cactus. Ces articles discoïdes servent eux-mêmes de support à d'autres algues et à de nombreux invertébrés. Chaque disque mesure de 5 à 25 mm de diamètre pour une épaisseur de 1 mm. La rigidité relative de l'ensemble est due au calcaire que cette algue a le pouvoir de sécréter. Comme chez toutes les chlorophycées, les pigments chlorophylliens contenus dans les cellules pigmentaires de l'halimeda sont responsables de sa couleur verte. Ils interviennent dans le mécanisme de la photosynthèse° en tant que capteurs de l'énergie solaire.



SPHÉROCOQUE

Sphaerococcus coronopifolius (Stackhouse, 1797)

Embranchement : Thallophytes - Classe : Rhodophycées (Algues rouges) -
Sous-classe : Floridéophycidées - Ordre : Gigartinales -
Famille : Sphaerococcacées

Répartition géographique : mer Méditerranée, mer Noire, océan Atlantique nord-est (du Maroc aux îles britanniques)

Taille : jusqu'à 25 cm de hauteur.

Rouge réseau

Fréquente entre 5 et 20 mètres de fond, cette algue rouge affectionne aussi bien les eaux calmes que les zones rocheuses agitées par les courants. Son appareil végétatif, ou thalle°, est doté à sa base d'un large disque de fixation. Un ou plusieurs axes cylindriques ramifiés de façon anarchique se dressent à partir de cette base. Vers le haut, ils s'amincissent et s'aplatissent, les ramifications devenant plus régulières.

A l'exception de quelques genres dont la répartition est limitée aux eaux douces, les algues rouges sont marines dans leur grande majorité. Elles sont présentes dans toutes les mers du globe. C'est aussi le cas des algues brunes.



PADINE PAON

Padina pavonica (Linné) Thiry, 1960

Embranchement : Thallophytes - Classe : Fucophycées (Algues brunes) - Ordre : Dictyotales -
Famille : Dictyotacées.

Répartition géographique : mer Méditerranée, mer Noire, océan Atlantique nord-ouest, océan Atlantique nord-est (de la Mauritanie aux îles britanniques)

Taille : 2 à 15 cm de hauteur.

Un drôle d'oiseau...

Les algues brunes sont bien représentées en Méditerranée. Les espèces que l'on y rencontre sont en général de taille modeste. La padine, qui en fait partie, se plaît dans les eaux calmes et ensoleillées des 20 premiers mètres de profondeur. Sa morphologie particulière la rend facilement identifiable au milieu des autres algues fixées. Comme l'indique l'étymologie latine de son nom d'espèce : *pavonica*, dont la traduction littérale signifie "à allure de paon", son aspect rappelle effectivement la forme générale de cet oiseau. La couleur bruno jaunâtre de la padine est plus ou moins atténuée à certains endroits par un fin revêtement calcaire concentrique.



VIE ANIMALE : ATTRAIT ET BEAUTÉ DES INVERTÉBRÉS FIXÉS

EPONGE ENCROÛTANTE ROUGE - *Crambe crambe* (Schmidt, 1862) - Embranchement : Porifères - Classe : Démospongiaires - Ordre : Poeciloscleridés
Famille : Myxillidés. - Répartition géographique : espèce endémique° de la Méditerranée - Taille : elle peut recouvrir des surfaces de 1 m²

La colonisatrice

Entre 0 et 30 mètres de profondeur, l'éponge rouge encroûtante recouvre les surfaces rocheuses peu éclairées : face inférieure des pierres, failles, surplombs. C'est elle qui donne à certains récifs artificiels de la réserve sous-marine une teinte à dominante rouge. Cette éponge se fixe également sur d'autres animaux qui la côtoient dans son habitat ; elle orne la coquille de mollusques bivalves comme le spondyle (*Spondylus gaederopus*), une espèce qui devient rare, ou l'arche de Noé (*Arca noae*). Son mode de nutrition réside dans la filtration active de l'eau de mer. Celle-ci, chargée d'oxygène et de particules nutritives, est pompée au niveau des nombreux pores inhalants de petite taille répartis sur les parois externes de l'éponge. Une fois épurée, elle est évacuée par les orifices exhalants, ou oscules, après avoir emprunté les canaux aquifères qui débouchent en un réseau étoilé sur ces ouvertures, comme le montre ce cliché.



ANÉMONE DE MER VERTE, ORTIE DE MER - *Barbairœra+* - *Anemonia sulcata* (Pennant, 1766) - Embranchement : Cnidaires - Classe : Anthozoaires
Sous-classe : Hexacoralliaires - Ordre : Actiniaires (anémones solitaires) - Famille : Actiniidés - Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (des îles Canaries jusqu'à l'Ecosse) - Taille : pied d'environ 10 cm de hauteur. Les tentacules peuvent atteindre 15 cm.

Une histoire de tentacules

L'anémone de mer verte affectionne les eaux peu profondes et ensoleillées. Ses tentacules très nombreux ne sont pas rétractiles. Leur tissu externe contient des cellules urticantes, les cnidocytes, qui servent à paralyser les proies capturées. Tous les animaux de l'embranchement des cnidaires (gorgones, méduses, corail rouge...), mot dont la racine grecque "knidè" signifie ortie, possèdent des nématocystes. Redoutable prédatrice, l'ortie de mer abrite pourtant toute une faune associée insensible à son pouvoir urticant : les crevettes du genre *Leptomysis*, la petit crabe des anémones (*Inachus phallangium*, visible sur ce cliché) ou le gobie rayé. Chez l'homme, le contact de la peau avec les tentacules provoque des inflammations douloureuses mais sans danger. En vinaigrette, en beignets ou en omelette, l'ortie fait le bonheur des amateurs de fruits de mer.



PARAZOANTHUS, ANÉMONE ENCROÛTANTE JAUNE - *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862)
Embranchement : Cnidaires - Classe : Anthozoaires - Sous-classe : Hexacoralliaires - Ordre : Zoanthidés (anémones coloniales) - Famille : Parazoanthidés - Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique nord-est (jusqu'à la Manche) - Taille : Chaque individu mesure 1 à 2 cm de hauteur et 1 cm de diamètre. Les colonies peuvent recouvrir plusieurs mètres carrés de surface.

Jamais seule...

Entre 10 et 200 mètres de profondeur, dans les eaux bien agitées, ces anémones coloniales se rencontrent sur les parois des grottes sous-marines et les surplombs rocheux ombragés. Souvent implantées sur des ascidies et des éponges, en particulier les axinelles (*Axinella damicornis*), elles se nourrissent des micro-organismes en suspension drainés par les courants. La nature du support lui-même influe sur la forme encroûtante ou ramifiée de la colonie. Chaque petite anémone jaune possède 36 tentacules lisses et gracieux utilisés à la capture des proies et à la défense. Comme chez l'ortie de mer et tous les hexacoralliaires dans leur ensemble, le nombre total de ces tentacules est un multiple de 6. Tout individu de la colonie est relié aux autres par une membrane commune qui joue un rôle dans la fixation sur le substrat. Ainsi réunies, ces anémones dorées forment de magnifiques tapis vivants à l'éclat incomparable.



GORGONE JAUNE

Eunicella cavolinii (Von Koch, 1887)

Embranchement : Cnidaires - Classe : Anthozoaires - Sous-classe : Octocoralliaires - Ordre : Gorgonaires - Famille : Plexauridés.

Répartition géographique : espèce endémique de la Méditerranée.

Taille : 20 à 50 cm de hauteur.



La chevelure du tombant

Au sein de la réserve, les gorgones jaunes vivent sur les tombants rocheux situés entre 15 et 40 mètres de profondeur. Dressées perpendiculairement aux courants dominants, elles donnent à ces parois verticales tout leur caractère et leur attrait. Dans la mythologie grecque, les gorgones étaient trois créatures féminines aux cheveux de serpents et au regard pétrifiant. En zoologie, ce sont des animaux fixés aux formes buissonnantes. Leurs ramifications irrégulières rappellent l'aspect de la chevelure qui ornaît la tête de Stheno, Euryale et Méduse. Chaque gorgone est faite de plusieurs centaines de petites unités vivantes d'une taille de 2 mm : les polypes. Ils ressemblent à un sac dont l'ouverture unique est bordée d'une couronne de huit tentacules urticants, utilisés pour la défense et la capture des proies. L'ensemble des polypes participe à l'élaboration d'un squelette souple, corné et protecteur à l'intérieur duquel ils se logent. Cette construction lente (0,5 à 2 cm de croissance par an) aboutit à la forme en éventail caractéristique de la gorgone.



SPIROGRAPHE, OMBRELLE DE MER

Spirograpsus spallanzani (Viviani, 1805)

Embranchement : Vers annélides - Classe : Polychètes - Ordre : Sédentaires - Famille : Sabellidés.

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (des côtes marocaines à la mer du Nord).

Taille : jusqu'à 35 cm de hauteur.

Quel panache !

Un œil peu averti pourrait confondre cet animal fixé avec une magnifique fleur aquatique. Il s'agit pourtant d'un ver marin : le spirographe. Abrité dans un tube souple qu'il fabrique lui-même à partir de sécrétions, il déploie en pleine eau ses branchies plumeuses en un magnifique panache. Les branchies assurent deux fonctions vitales essentielles : la respiration et l'alimentation. Piégées par cette ombrelle vivante, les particules nutritives en suspension dans l'eau sont ensuite acheminées vers la bouche. Comme la plupart des vers tubicoles, le spirographe est extrêmement sensible aux vibrations ; au moindre danger, le panache branchial se rétracte brusquement à l'intérieur du tube protecteur. Cet animal au corps segmenté affectionne les substrats durs mais il vit aussi sur les fonds sableux depuis la surface jusqu'à 40 mètres de profondeur.



ASCIDIE ROUGE, OUTRE DE MER

Halocynthia papillosa (Linné, 1758)

Embranchement : Tuniciers - Classe : Ascidiés

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (côtes du Portugal)

Taille : jusqu'à 20 cm de hauteur.

Aspirer, filtrer, éliminer...

L'ascidie rouge compte parmi les premiers invertébrés fixés qui colonisent les récifs artificiels de la réserve sous-marine. Les roches, les épaves, les rhizomes de la posidonie ou la coquille de la grande nacre sont des supports habituels qui lui conviennent parfaitement. Facilement reconnaissable à sa couleur, ce tunicier a l'aspect d'un sac muni de deux ouvertures. Pour se nourrir, il filtre les particules nutritives en suspension. L'eau de mer est aspirée par le siphon inhalant situé en haut du corps. A l'intérieur du sac, le pharynx en forme de grille retient la nourriture qui est ensuite acheminée vers l'estomac pour être digérée. L'eau et les déchets sont éliminés par le siphon exhalant, placé sur le côté. Autre tunicier présent dans la réserve, le violet comestible (*Microcosmus sulcatus*) est consommé sur les côtes méditerranéennes. Sa récolte trop souvent excessive et mal gérée a entraîné ses dernières années une baisse sensible des populations.

VIE ANIMALE : INVERTEBRÉS MOBILES, AFFAIRE À SUIVRE !

FLABELLINE MAUVE

Flabellina affinis (Gmelin, 1815)

Embranchement : Mollusques - Classe : Gastéropodes - Sous-classe : Opisthobranches -
Ordre : Nudibranches - Famille : Flabellinidés

Répartition géographique : espèce endémique de la Méditerranée

Taille : jusqu'à 20 mm

Stratégie défensive d'une beauté sous-marine

Lignes élégantes, couleurs chatoyantes ; la flabelline mauve évolue avec grâce et lenteur sur les petits fonds rocheux, entre 5 et 30 mètres de profondeur. Sous l'apparente fragilité d'un corps mou et dépourvu de coquille protectrice, cette limace de mer dissimule un système de défense propre à décourager de nombreux prédateurs. Elle est capable de concentrer dans ses tissus les cellules urticantes et les toxines des invertébrés fixés qu'elle consomme, pour les réutiliser ensuite à son avantage. Les hydriaires, qui appartiennent à l'embranchement animal des cnidaires, constituent le met favori de la flabelline. C'est le plus souvent sur leurs fines ramifications que l'on peut l'observer, occupée à s'alimenter. C'est là aussi qu'elle dépose ses chapelets d'oeufs au moment de la ponte.



SEICHE COMMUNE

Sepia officinalis (Linné, 1758)

Embranchement : Mollusques - Classe : Céphalopodes - Ordre : Sépioidés -
Famille : Sépiidés.

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Maroc à la Scandinavie)

Taille : de 20 à 40 cm en moyenne pour les adultes.

Une vie éphémère

En Méditerranée, l'existence de la seiche est marquée par une migration verticale saisonnière. Au mois de février, après une période de maturation sexuelle en profondeur, les adultes gagnent les petits fonds. C'est là que se déroulent jusqu'en août l'accouplement, la ponte et la naissance des jeunes. Comme le montre ce cliché, la robe des mâles présente au moment de la reproduction des zébrures noires et blanches très contrastées. Collés sur différents supports par la femelle, les oeufs sont recouverts d'une membrane protectrice noire. L'ensemble de la ponte a l'aspect d'une grappe de raisin. Semblables aux adultes, de petites seiches de 1 cm de long verront le jour 1 à 2 mois plus tard. Leur vie sera courte puisqu'elle n'excède pas 1 à 2 ans en moyenne. Les femelles meurent peu après la ponte alors que de vieux mâles atteignent l'âge de 4 ans.



POULPE COMMUN OU PIEUVRE

Purpu+ - *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

Embranchement : Mollusques - Classe : Céphalopodes - Ordre : Octopodes - Famille : Octopodidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, mers tempérées et tropicales du monde entier.

Taille : 1,2 à 1,3 mètres maximum pour un poids voisin de 10 kg. Le poids moyen est de 3 kg.

Les multiples visages du poulpe

Le poulpe commun change de couleur en fonction de l'endroit où il se trouve et des situations auxquelles il est confronté : séduire une partenaire, impressionner un adversaire, passer inaperçu... Ce sont les cellules pigmentées de la peau, les chromatophores, qui rendent cette adaptation possible. Ces variations de couleurs s'accompagnent souvent d'un changement d'aspect. Le corps peut se hérissier d'aspérités pour imiter les roches lorsque l'animal, paisiblement installé à l'entrée de sa tanière, scrute les alentours de son oeil perçant. Face à un intrus, il adopte une posture d'intimidation caractéristique ; sa peau devient lisse, son corps pâlit et ses huit tentacules s'arrondissent en position arquée. En cas de fuite, il protège sa retraite rapide en libérant un jet d'encre noire. Comble de la perfection, ce nuage opaque reproduit les contours de son corps !



DROMIE VELUE

Grita perusa+ - *Dromia personata* (Linné, 1758)

Embranchement : Arthropodes - Classe : Crustacés - Sous-classe : Malacostracés -

Ordre : Décapodes - Sous-ordre : Brachyours - Famille : Dromiidae

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (de la Mauritanie à la mer de Nord)

Taille : jusqu'à 9 cm.

Passer inaperçu ...

Le crabe dormeur est facilement identifiable à son corps bombé et entièrement velu. Sur les fonds rocheux ou sableux des trente premiers mètres, il se nourrit principalement d'algues. Pour tromper ses prédateurs, ce crabe agrippe avec ses pinces larges et vigoureuses des éponges ou des ascidies fixées sur le substrat. Il les place ensuite sur son dos et les maintient à l'aide de ses pattes postérieures aux extrémités pointues. Si elle n'a pas trop souffert du prélèvement dont elle a été victime, l'éponge ou l'ascidie peut se fixer sur la carapace et se développer. Paré de ce "déguisement", le crabe dormeur devient invisible. Cette technique de camouflage est aussi employée par d'autres espèces de crustacés comme les araignées de mer.

LANGOUSTE EUROPÉENNE

Lengusta+ - *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)

Embranchement : Arthropodes - Classe : Crustacés - Sous-classe : Malacostracés

Ordre : Décapodes - Sous-ordre : Macroures - Famille : Palinuridae

Répartition géographique : mer Méditerranée (absente dans l'est du bassin oriental), océan Atlantique est (du Maroc à la Norvège)

Taille : 30 à 50 cm à l'âge adulte

Une habituée des récifs artificiels

La langouste européenne vit sur les fonds rocheux coralligènes ou détritiques, entre 15 et 160 mètres de fond. La plupart des récifs artificiels de la réserve sous-marine reproduisent bien son habitat naturel et elle adopte volontiers ce type de logement. L'immersion de telles structures permet à de nouvelles populations de s'établir et de se reproduire en toute tranquillité. Très prisée pour sa chair, la langouste fait l'objet d'une pêche semi-industrielle ou artisanale en Méditerranée. Pour éviter un épuisement des stocks naturels, des mesures de protection locales sont appliquées. La pêche et la capture en plongée sont soit réglementées, soit interdites, notamment de septembre à mars, période durant laquelle les femelles portent leurs œufs sous l'abdomen. En Principauté, l'interdiction s'étend du 15 août au 15 février.

PAGURE MULTICOLORE

Cumetu.a pate+ - *Pagurus anachoretus* (Risso, 1826)

Embranchement : Arthropodes - Classe : Crustacés - Sous-classe : Malacostracés -

Ordre : Décapodes - Sous-ordre : Anomoures - Famille : Paguridae

Taille : 2 à 3 cm

Répartition géographique : mer Méditerranée

Abdomen mou cherche refuge sûr et confortable !

Le pagure multicolore se rencontre à faible profondeur sur les rochers de la zone côtière où il vit en solitaire. Il se nourrit d'algues, de petits invertébrés fixés et de déchets. Contrairement à d'autres familles de crustacés supérieurs, les pagures, plus connus sous le nom de bernard-l'ermite, ont la particularité de posséder un abdomen mou dépourvu de carapace protectrice. Pour protéger cette partie vulnérable de leur anatomie, ils s'abritent dans des coquilles vides d'escargots de mer adaptées à leur taille. La protection est amplifiée quand une anémone de mer symbiotique (*Calliactis parasitica* sur ce cliché) se fixe sur la coquille. Les tentacules urticants de cette associée découragent de nombreux prédateurs. De son côté, l'anémone bénéficie de la mobilité du pagure.

ANTÉDON DE MÉDITERRANÉE ou CRINOÏDE

Antedon mediterranea (Lamarck, 1816)

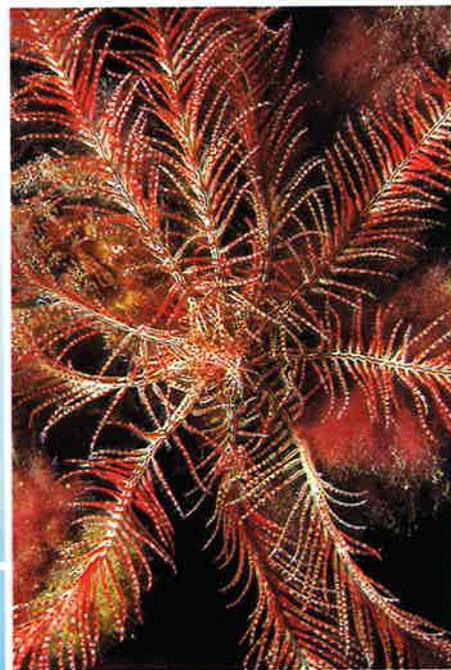
Embranchement : Echinodermes - Classe : Crinoïdes - Ordre : Comatulidés - Famille : Antedonidés.

Répartition géographique : mer Méditerranée

Taille : jusqu'à 20 cm

De lointains ancêtres

Lis ou plumes de mer : les qualificatifs ne manquent pas pour décrire la grâce et la légèreté des crinoïdes. Abondantes dans certaines mers, elles sont rares en Méditerranée où elles ne sont représentées que par trois espèces. Cette classe d'échinodermes, terme qui définit les animaux marins recouverts de piquants, fut très prospère il y a 250 millions d'années. Ses représentants actuels sont des formes évoluées des crinoïdes fossiles qui peuplaient alors les océans. Un de leur stade larvaire°, la phase pentacrine, est anatomiquement proche de ces lointains ancêtres. Espèce la plus commune, l'antédon de Méditerranée fréquente les fonds de 30 à 40 mètres. Il possède cinq bras articulés, chacun d'eux étant divisé en deux à sa base. Leurs ondulations pendant la nage donnent lieu à de magnifiques ballets aquatiques. Cependant, l'antédon reste la plupart du temps accroché par ses cirres dorsaux à divers supports ; rameaux de gorgones, algues ou roches.



ETOILE DE MER ÉPINEUSE

Stela de marina+ - *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)

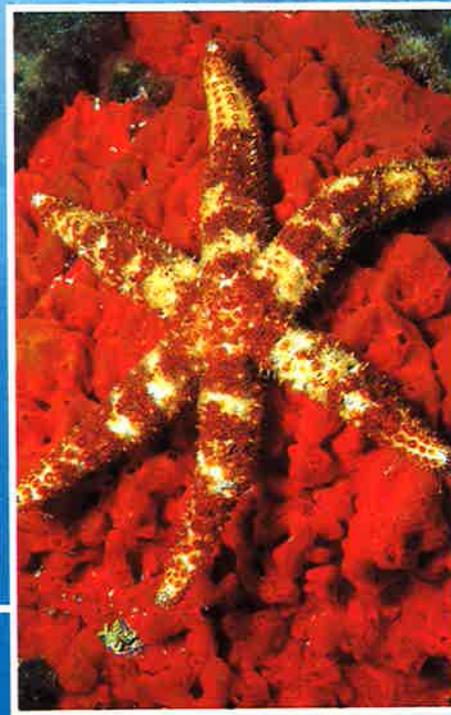
Embranchement : Echinodermes - Classe : Astéroïdés - Ordre : Forcipulates - Famille : Asteroïdés.

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Cap-Vert au golfe de Gascogne), océan Atlantique ouest (du Brésil aux Bermudes).

Taille : 3 à 15 cm de diamètre.

Régénérescence et autotomie

L'étoile de mer épineuse se rencontre sur les fonds de 0 à 50 mètres, parmi les algues ou dans les anfractuosités rocheuses. Elle possède six à dix bras vigoureux, recouverts de piquants sur leur face supérieure. Comme toutes les étoiles de mer, cette espèce peut régénérer les éléments de son corps endommagés ou amputés. Les sexes sont séparés et la reproduction sexuée a lieu au printemps et en été, après émission des ovules et des spermatozoïdes en pleine eau. L'étoile de mer épineuse est également capable de se multiplier grâce à un phénomène de reproduction asexuée nommé "autotomie" ; dans certaines conditions, un ou plusieurs bras peuvent se séparer du corps. Ils redonnent par la suite de nouvelles étoiles.



OURSIN COMESTIBLE - Zenzin+ - *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

Embranchement : Echinodermes - Classe : Echinoïdés - Ordre : Oursins réguliers - Famille : Echinidés. - Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (des Canaries jusqu'aux îles anglo-normandes et à la côte ouest de l'Irlande). - Taille : jusqu'à 10 cm de diamètre

Que mange-t-on dans l'oursin... et quand ?

Familier des petits fonds, l'oursin comestible est apprécié des amateurs de fruits de mer qui consomment ses glandes génitales mâles ou femelles : les gonades. Au printemps, la femelle pond environ 20 millions d'œufs. Ils sont fécondés en pleine eau par les spermatozoïdes émis simultanément par le mâle.

Après plusieurs semaines de vie planctonique, les larves, après une métamorphose, acquièrent la forme adulte à la taille de 3 mm. Elles rejoignent alors le fond et évoluent pendant un an dans des zones peu profondes appelées "nurseries". Pour que l'espèce puisse se reproduire correctement, la pêche est strictement réglementée : elle n'est autorisée que du 1er septembre au 30 avril sur le littoral français et monégasque. Attention : les prélèvements illégaux sont lourdement sanctionnés !



DÉCOUVERTE DE QUELQUES POISSONS

MULET LIPPU - *Müsarü chelo+* - *Chelon labrosus* (Risso, 1826) - Embranchement : Vertébrés° - Classe : Ostéichthyens° - Ordre : Perciformes - Famille : Mugilidés.
Répartition géographique : mer Méditerranée, mer Noire, océan Atlantique est (du Sénégal à la Norvège et à l'Islande) - Taille : jusqu'à 60 cm



“L'ambassadeur” de la réserve

S'il est un poisson que les baigneurs de la plage du Larvotto ont de fortes chances de rencontrer, c'est bien le mulet lippu qui, aux abords du rivage, guette le moindre morceau de pain qui pourrait tomber à l'eau! Cet omnivore a un régime alimentaire des plus variés : les adultes, regroupés en bancs de quelques individus, se nourrissent de petits animaux benthiques°, de déchets et d'algues qu'ils raclent sur le fond ou filtrent dans la vase. Il n'est pas rare de les voir également écrémer la surface lorsqu'un léger film de matières nutritives s'y forme. L'hiver, son appétit diminue et il ne s'alimente pratiquement pas. Ce poisson tolère des variations de salinité importantes. Les jeunes fréquentent souvent les embouchures de fleuves et les étangs dans lesquels il pénètrent au printemps pour les quitter au début de l'hiver. Les mâles sont matures à l'âge de trois ans, les femelles à quatre ans. La reproduction a lieu de décembre à mars. (Œufs et larves sont pélagiques°.

SÉRIOLE COURONNÉE - *Seriola+* - *Seriola dumerili* (Risso, 1810) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Carangidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du golfe de Gascogne au golfe de Guinée), océan Atlantique ouest (du Brésil au nord des Etats-unis), océan Indo-Pacifique (golfe d'Arabie, Australie, Japon, Hawaï) - Taille : commune entre 30 cm et 1m, elle peut atteindre 2 mètres.



Quand la sériole passe...

Le corps fuselé de la sériole a été façonné pour fendre les grands espaces bleus comme une flèche. La vitesse est l'atout majeur de ce prédateur actif. Il se nourrit surtout de poissons, tels que les anchois ou les sardines, mais aussi de seiches et de crustacés. Poisson de pleine eau, elle se tient près de la surface par petits bancs. La sériole se rapproche des côtes en saison chaude pour chasser et se reproduire. Du mois de juin au mois d'octobre, quelques individus sont observés dans les eaux de la réserve sous-marine, le long des digues du Sporting ou du Larvotto. En mer, les jeunes alevins° ont pour habitude de s'abriter sous les bois flottants ou à l'intérieur de l'ombrelle des grandes méduses. Bien des aspects du comportement de cette excellente nageuse restent à découvrir. La sériole est recherchée par les pêcheurs pour sa chair excellente. Au Japon, son élevage en captivité est très développé.

PETITE CASTAGNOLE - *Castagnocera+* - *Chromis chromis* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Pomacentridés - Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (de l'Angola au Portugal) - Taille : 10 à 15 cm



Bleu azur et noir de velours

La petite castagnole est l'une des espèces les plus répandues en Méditerranée. La robe des adultes, d'un noir velouté, est éclaircie au milieu du corps par une teinte brune dorée qui laisse apparaître nettement le dessin régulier des écailles. Le long de la côte, ce poisson vit au sein de groupes de plusieurs centaines d'individus entre 0 et 30 mètres de profondeur. Au-dessus des zones rocheuses, des herbiers ou des récifs de la réserve, les bancs se nourrissent en pleine eau des particules en suspension et des animaux planctoniques drainés par les courants. Le soir venu, les castagnoles rejoignent le fond pour dormir parmi les roches ou dans les matras de posidonies. En juin et juillet, les mâles délimitent un territoire et choisissent une aire de ponte sur une portion de roche qu'ils nettoient activement. La femelle y colle ses œufs, fécondés par le mâle. Celui-ci surveille et oxygène la ponte. Trois à quatre jours plus tard naissent des larves de 2,6 mm. Au bout d'un mois, elles arborent une magnifique couleur bleu azur qui s'atténue avec le temps.

SAUPE - Sarpa+ - *Sarpa salpa* (Linné, 1758)

Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Sparidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, mer Noire (peu présente), océan Atlantique est (de l'Afrique du sud jusqu'au golfe de Gascogne)

Taille : 12 à 30 cm en moyenne, 50 cm au maximum

Mise au vert

La saupe est l'un des rares poissons de Méditerranée au régime alimentaire essentiellement herbivore : la laitue de mer, les algues brunes ou les diatomées constituent ses repas favoris. Elle se nourrit aussi de petits crustacés qu'elle trouve sur les rochers. Les dix à douze bandes longitudinales dorées qui ornent son corps la rendent facilement identifiable. Les bancs de saupes évoluent en formations serrées et bien organisées, sur les zones rocheuses proches de la surface ou les herbiers. Les jeunes sérioles ou les bogues (*Boops boops*) se mêlent souvent à ces troupes. Il est rare de rencontrer ce poisson au-delà de 20 mètres de profondeur, bien qu'il puisse descendre jusqu'à 100 mètres. Au cours de son existence, la saupe est tout d'abord du sexe mâle. Elle acquiert sa maturité à l'âge de trois ans et devient femelle au cours de sa quatrième année d'existence, lorsque sa taille est d'environ 28 cm. Les pontes pélagiques ont lieu au printemps et en automne. Les jeunes, omnivores, ont une croissance rapide : à un an, ils mesurent déjà 15 cm.



MENDOLE - Menura+ - *Spicara maena* (Linné, 1758)

Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Centranchidés

Répartition géographique : Mer Méditerranée, océan Atlantique est (des îles Canaries au Portugal) - Taille : 12 à 20 cm en moyenne, 25 cm au maximum

Dans l'arène

La mendole vit en bancs sur les fonds d'herbiers, de roches ou de vase, jusqu'à 170 mètres de profondeur. Les groupes qu'elle forme restent en général fidèles à l'habitat qu'ils ont choisi. Elle se nourrit de plancton ou de petits organismes benthiques. La coloration de ce poisson est variable en fonction de l'âge, du sexe, de la saison ou du moment de la journée. La nuit, la tâche noire qui orne ses flancs disparaît complètement. En Méditerranée, elle se reproduit d'août à octobre. Sur les fonds de sable, les mâles creusent un nid circulaire, dénommé "arène" de reproduction, dans lequel les femelles déposent des œufs gluants qui adhèrent au substrat. Ils sont immédiatement fécondés par le mâle. Riche en arêtes et peu goûteuse, la chair de la mendole n'est pas très appréciée. Les allemands ou les néerlandais traduisent bien ce faible engouement puisqu'ils donnent à la mendole le nom de "poisson laxatif" !



DAURADE ROYALE - Durada+ - *Sparus aurata*, Linné, 1758

Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Sparidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Cap Vert aux îles britanniques)

Taille : commune entre 20 et 50 cm. Maximum : 70 cm

Daurade ou dorade ?

De ces deux orthographes, laquelle est la bonne ? Si les deux sont admises, la première est préférentiellement employée sur les côtes méditerranéennes, alors que la deuxième est courante en atlantique. Mais ce n'est pas là le seul nom de ce poisson à haute valeur commerciale, friand de coquillages et de petits crustacés : de "gueule pavée", terme utilisé à Concarneau, en passant par "soubre" à Antibes ou "palmata" à Bastia, la daurade, d'une région française à l'autre, est affublée de vingt-cinq noms communs différents ! Il est parfois difficile d'y retrouver son latin... Les romains appréciaient déjà ce poisson à la chair délicieuse qu'ils faisaient grossir dans d'immenses viviers d'eau de mer. Ils ouvraient la voie aux élevages actuels. Aujourd'hui le cycle de reproduction complet de cette espèce est totalement maîtrisé en captivité. Dans la réserve sous-marine, un ou deux exemplaires se laissent souvent admirer aux abords de la digue du Sporting ou de la plage du Larvotto.



SAR COMMUN - Sargu+ - *Diplodus sargus* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Sparidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, mer Noire. - Taille : commune de 15 à 30 cm. 45 cm au maximum.



“Enragé”

Le sar commun compte parmi les espèces les plus représentatives des eaux de la réserve sous-marine. Poisson gris clair aux reflets argentés, il est identifiable à sa nageoire caudale bordée de noir. Chez les jeunes spécimens, les flancs sont rayés de sept à neuf bandes verticales sombres qui s’atténuent progressivement avec l’âge, puis disparaissent. Ses molaires puissantes lui permettent de broyer les coquilles de mollusques et de venir à bout des oursins. Il se nourrit aussi de vers et de crustacés. Le sar commun vit dans les eaux côtières jusqu’à 80 mètres de profondeur, sur les fonds rocheux et sableux. Les adultes se nourrissent surtout la nuit. Dans la journée, ils se dissimulent dans des failles rocheuses bien précises. Ces caches, tant recherchées par les chasseurs sous-marins, sont aussi connues sous le nom de “ragues”, un terme utilisé dans le jargon méditerranéen. Le sar commun se reproduit de mars à juin. Les jeunes fréquentent les embouchures et les eaux saumâtres au printemps. Ils reviennent s’installer en automne dans la prairie de posidonie.



PAGEOT

Testassu russu+ - *Pagellus erythrinus* (Linné, 1758)

Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Sparidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, mer Noire, océan Atlantique est (du Cap Vert à la Scandinavie où il est rare) - Taille : 10 à 30 cm en moyenne. 50 cm au maximum.

La daurade rose

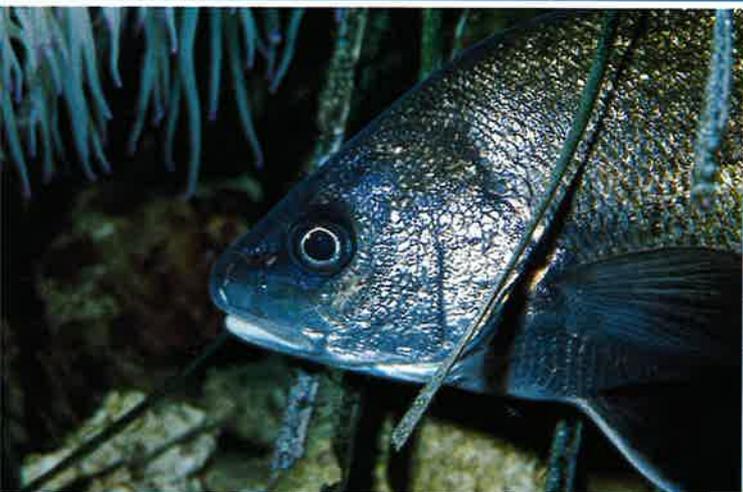
Le pageot vit au-dessus ou à proximité des fonds de roches, de graviers, de sable ou de vase, jusqu’à 300 mètres de profondeur. Il est commun entre 20 et 100 mètres. C’est un omnivore mais il se nourrit surtout de poissons et d’invertébrés benthiques : crustacés, coquillages, vers. Ce poisson commence sa vie comme femelle et atteint sa maturité à l’âge de un ou deux ans. Au cours de sa troisième année d’existence, il se transforme en mâle. La reproduction a lieu à proximité des zones côtières entre le mois de mai et le mois d’août. Les œufs et les larves sont pélagiques. Sa couleur est d’un rose assez vif, la partie supérieure des flancs étant parsemée de petites écailles bleu argenté. En période de frai°, la teinte bleue s’accroît chez les mâles sur l’ensemble du corps. L’appellation de daurade rose, tout à fait correcte pour le pageot commun, est souvent employée à tort pour d’autres espèces de sparidés sur les étalages des poissonniers.

CORB

Corvu+ - *Sciaena umbra*, Linné, 1758

Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Sciaenidés

Répartition géographique : mer Méditerranée et mer Noire, océan Atlantique est (du Sénégal au golfe de Gascogne) - Taille : commune de 20 à 35 cm. La taille maximale est de 70 cm.



Un poisson trop chassé

Magnifique poisson à la robe grise irisée de reflets argentés, le corb compte parmi les espèces qui ont payé un lourd tribut à la chasse sous-marine en Méditerranée, à l’instar des mérous, dentés, sars et autres cigales de mer. Sa rencontre sur le littoral est devenue aujourd’hui exceptionnelle, en dehors des quelques zones et réserves où il est partiellement protégé. En Principauté, cette espèce bénéficie, comme le mérou brun, d’un statut de protection totale. Essentiellement nocturne, le corb se nourrit de poissons, de crustacés, de mollusques et d’algues. Dans la journée, il se tient par petits groupes dans les éboulis et les failles peu profondes, immobile face aux courants. Ce comportement statique le rend très vulnérable. Les jeunes sont souvent observés dans les prairies de posidonies et pénètrent aussi dans les estuaires. Comme d’autres représentants de sa famille, le corb a une vessie natatoire° très développée. Il l’utilise comme caisse de résonance pour émettre des sons graves dont le rôle est inconnu. Cette particularité a valu aux Sciaenidés le surnom de “poissons tambours”.

LOUP, BAR

Luvassu+ - *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Serranidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Sénégal à la Norvège) - Taille : 20 à 55 cm en moyenne. 1 mètre au maximum

Le chasseur

Poisson de noble allure, le loup est un prédateur vorace, extrêmement méfiant. Il se nourrit de poissons comme le soulet (*Atherina hepsetus*) qu'il aime capturer dans les eaux agitées de surface en les chassant à courte distance. Ce bon nageur surprend ses proies aux abords des zones rocheuses battues par les vagues ou dans les rouleaux qui déferlent sur les plages les jours de tempête. Sa quête le conduit souvent à l'embouchure des fleuves et des rivières. Capable de supporter des variations importantes de salinité, il n'hésite pas à remonter ces cours d'eau sur plusieurs kilomètres. Plutôt solitaires, les adultes se rassemblent en bancs compacts près de la côte entre le mois de janvier et le mois de mars pour frayer ; les œufs et les larves sont pélagiques. Le loup est assez abondant dans les eaux de la réserve sous-marine. L'élevage en captivité de ce poisson à la chair très estimée est aujourd'hui bien maîtrisé. Aristote disait de lui : "le loup est le plus fin des poissons".



GIRELLE COMMUNE

Zigurela reale+ - *Coris julis* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Labridés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du golfe de Guinée à la Scandinavie) - Taille : 10 à 20 cm. 25 cm au maximum

Royale destinée

La girelle commune est un des poissons les plus colorés de la Méditerranée. Elle fréquente les zones littorales rocheuses et l'herbier de posidonies où elle vit en petits groupes. Sa nage agitée et rapide est caractérisée par des mouvements saccadés et des changements d'orientation soudains. Elle consacre ses journées à la recherche de sa nourriture, composée d'invertébrés variés. De temps à autre, le labre nettoyeur de Méditerranée (*Symphodus melanocercus*), visible sur ce cliché, lui offre ses services : il la débarrasse de ses lambeaux de peau morte et de ses parasites. La nuit venue, la girelle s'enfouit dans le sable. La période de reproduction s'étend du mois d'avril au mois d'octobre et les pontes sont pélagiques, contrairement à celles de nombreux autres labres qui sont benthiques. Les mâles adultes sont parés d'une livrée éclatante qui leur vaut le nom de girelle royale. Quelques femelles âgées gagneront le droit de porter ce titre, à la faveur d'une inversion de sexe déclenchée par les relations sociales au sein du groupe.



CRÉNILABRE OCELLÉ

Ruché canadela+ - *Symphodus ocellatus* (Forskäl, 1775) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Labridés
Répartition géographique : poisson endémique° de la Méditerranée - Taille : 10 à 12 cm

Quand le poisson fait son nid...

Ce mâle en livrée nuptiale est occupé à la préparation de ses nids. Comparables à ceux des oiseaux, ils sont confectionnés à faible profondeur avec des morceaux d'algues vertes et rouges entremêlés, prélevés ici et là. A l'époque du frai, qui débute au printemps, le mâle bâtit un nid par semaine, à environ 10 cm d'intervalle des précédents. Le nombre de ces nids est de six sur un territoire de quelques mètres carrés. Le mâle les défendra contre rivaux et prédateurs par des attaques frontales au cours desquelles il écarte ses opercules de façon menaçante. Les femelles se tiennent à proximité et nagent au-dessus de son domaine. La fabrication du nid terminé, une ou plusieurs d'entre elles y déposent leurs œufs collants, fécondés aussitôt par le futur père. De temps à autre, celui-ci tolère de jeunes mâles matures qui en profitent pour se reproduire. Les jeunes ont un comportement de poissons nettoyeurs commun à de nombreux labres juvéniles.



SERRAN ÉCRITURE

Saran+ - *Serranus scriba* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Serranidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (de l'Afrique du Sud au golfe de Gascogne) - Taille : 20 à 25 cm en moyenne. Il peut atteindre 36 cm de long.



Double jeu

Le changement de sexe est fréquent chez de nombreuses familles de poissons. Mais l'hermaphrodisme synchrone est beaucoup plus rare. Ce terme caractérise les espèces qui possèdent en même temps des organes reproducteurs mâles et femelles fonctionnels : c'est le cas du serran écriture. Mature à l'âge de trois ans, il se reproduit entre le mois d'avril et le mois d'août. A priori, rien ne l'empêche de se féconder lui-même. C'est pourtant la formation de couples et la fécondation croisée des partenaires qui est généralement observée. Cette stratégie de reproduction évite à long terme une dégénérescence de l'espèce. Les pontes se déroulent près de la surface, au crépuscule. Après une parade nuptiale où les deux poissons s'enroulent l'un autour de l'autre et nagent de concert en remontant vers la surface, un des individus féconde les œufs émis en pleine eau par son comparse. Ce comportement se répète immédiatement après mais chaque partenaire change alors de rôle. Le couple peut se reproduire cinq fois dans la même soirée.

ANTHIAS DE MÉDITERRANÉE, BARBIER

Castagnœra russa+ - *Anthias anthias* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Serranidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du sud de l'Angola au nord du Portugal. Présence aux Açores)

Taille : 15 cm en moyenne. Il peut atteindre 27 cm de long.



Un poisson élégant

Le long des tombants, à l'entrée des grottes ou au dessus des épaves, entre 20 et 200 mètres de fond, les bancs d'anthias, souvent immobiles et comme bercés par les courants, offrent à la vue des plongeurs un spectacle magnifique. D'un point de vue esthétique, ce poisson à la nage gracieuse et aux couleurs remarquables n'a rien à envier à ses cousins des mers tropicales. Le régime alimentaire de cette espèce est composé principalement de crustacés planctoniques mais aussi de petits poissons. Sa reproduction a lieu au printemps ou au début de l'été. Les œufs, libérés et fécondés en pleine eau, sont planctoniques. Au sein du groupe, formé souvent de plusieurs dizaines d'individus, la communauté s'organise autour des mâles dominants, qui vivent en harem avec plusieurs femelles. A la mort du mâle dominant, c'est en général la femelle la plus âgée qui change de sexe et prend sa place. Mais les jeunes mâles primaires, c'est-à-dire les poissons nés à l'état de mâle, peuvent aussi revendiquer ce rôle !

APOGON DE MÉDITERRANÉE, ROI DES ROUGETS

Castagnœra de fundu+ - *Apogon imberbis* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Apogonidés

Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du golfe de Guinée au Portugal. Présence aux Açores, à Madère et aux Canaries)

Taille : Jusqu'à 15 cm



La ronde des apogons

Ces poissons vivent en groupes, entre 10 et 200 mètres de profondeur, à proximité des grottes et des surplombs rocheux. Dans la réserve, ils sont observés notamment sur le tombant du Léws. Ils se reproduisent de mai à septembre dans les eaux de surface. Plusieurs jours durant, les couples formés se livrent à des "rondes nuptiales" sans fin. Les nageoires anales et ventrales des deux partenaires servent de gouttières pour acheminer les spermatozoïdes émis par le mâle jusqu'à l'orifice génital de la femelle. Ce type de fécondation interne des œufs, sans accouplement et sans organe spécialisé, est exceptionnel chez les poissons. La ponte est expulsée en une seule fois par la femelle : 20 à 22 000 œufs agglomérés entre eux forment une boule compacte. Instantanément, le mâle les récupère dans sa bouche pour les protéger et les oxygéner jusqu'à l'éclosion. Celle-ci a lieu 8 jours plus tard et les larves mesurent alors 2 mm. Son devoir de père accompli, le mâle, infatigable, entamera une nouvelle "ronde" avec une autre compagne.

RASCASSE ROUGE, CHAPON

Capun russu+ - *Scorpaena scrofa*, Linné, 1758 - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Scorpaeniformes - Famille : Scorpaenidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Sénégal aux îles britanniques. Présence à Madère, aux Canaries et aux îles du Cap-vert)
Taille : 30 cm en moyenne. Il peut atteindre 50 cm de longueur.

Le roi du camouflage

Comme la rascasse brune (*Scorpaena porcus*), autre espèce établie dans les eaux de la réserve sous-marine, le chapon se confond à la perfection avec le milieu qui l'entoure. Couleur identique à celle des roches, corps trapu, immobilité parfaite : avec de tels atouts, il n'a aucun mal à disparaître dans le décor pour échapper aux prédateurs et chasser à l'affût. Les lambeaux cutanés qui recouvrent sa tête accentuent la ressemblance avec le relief irrégulier des pierres sur lesquelles il se trouve. Aspirés à la vitesse de l'éclair par ce mauvais nageur, les gobies, blennies ou autres mendoles qui n'ont pas prêté attention à ce rocher vivant agrémentent ses repas nocturnes. La ponte des femelles a lieu entre le mois de mai et le mois d'août. Fécondée en pleine eau par les spermatozoïdes des mâles émis simultanément, elle est enrobée dans un ruban gélatineux et transparent contenant des milliers d'œufs de 0,9 mm de diamètre. Les larves mènent une existence planctonique avant de redescendre sur les fonds de 20 à 200 mètres.



BLENNIE GATTORUGINE

Baveca+ - *Parablennius gattorugine* (Brünnich, 1768) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Blenniidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Maroc à l'Ecosse) - Taille : 15 à 20 cm, 30 cm au maximum

Un caractère affirmé !

La blennie gattorugine est en Méditerranée l'une des plus grandes espèces de sa famille. Baveuse, cabot, perce-pierre : les noms qui lui sont donnés traduisent bien les différentes facettes de son comportement naturel. Rencontrée entre 0 et trente mètres de fond, elle a une préférence marquée pour les blocs rocheux des tout premiers mètres où elle se tient à l'affût, surtout quand ils sont pourvus de nombreuses caches et de galeries où elle peut se dissimuler. Son régime alimentaire est à base de petits crustacés, de mollusques, de vers mais aussi d'algues qu'elle broute sur les rochers. Très curieuse, elle a une connaissance parfaite de son territoire et de ses environs. Elle n'hésite pas à le défendre avec hargne devant un intrus, allant même jusqu'à mordre ; d'ailleurs, la main d'un plongeur ne l'intimide pas ! Son corps est recouvert d'une grande quantité de mucus qui la rend difficile à saisir. Au printemps, c'est le mâle qui prend soin des œufs collés au substrat par les différentes femelles qui pondent dans son territoire. Les larves naissent un mois après.



MURÈNE DE MÉDITERRANÉE

Murēna+ - *Muraena helena*, Linné, 1758 - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Anguilliformes - Famille : Muraenidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Maroc aux îles britanniques. Présence à Madère et aux Açores)
Taille : jusqu'à 1,30 mètre

Une réputation surfaite

Relativement abondante dans la région niçoise, la murène de Méditerranée habite les fonds rocheux, depuis la surface jusqu'à 100 mètres de profondeur. Elle affectionne aussi les épaves où elle trouve de nombreuses caches et ne dédaigne pas les récifs artificiels de la réserve. Le poulpe est sa proie favorite. Est-ce l'utilisation qu'en faisait l'empereur Néron, qui leur donnait ses esclaves en pâture, ou leur aspect impressionnant qui font des murènes des poissons mal aimés ? Toujours est-il que si la murène est parfois très agressive envers l'homme, sa férocité, servie par une force musculaire redoutable et une dentition puissante, ne s'exprime que dans des conditions bien précises : si elle est dérangée ou si elle se sent en danger, la murène se défend. Les pêcheurs qui la remontent dans leurs casiers ou les plongeurs trop curieux sont exposés à sa morsure douloureuse et profonde. La plaie s'infecte rapidement en raison des toxines contenues dans la salive de l'animal.



TRIPTÉRYGION

Püverëta de marina + - *Tripterygion tripteronotus* (Risso, 1810) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Tripterygiidés - Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (des Canaries aux côtes de Normandie) - Taille : jusqu'à 8 cm.



La danse du triptérygion

Entre 0 et 12 mètres de fond, le triptérygion affectionne les zones ombragées et abritées des parois rocheuses de surface. Dans la réserve, les blocs du brise-lames du Larvotto situés côté plage lui conviennent très bien. Très actif, il se nourrit des petits invertébrés benthiques qu'il côtoie dans son habitat. Le mâle en livrée nuptiale, au corps orangé et à la tête d'un noir prononcé, se distingue facilement de la femelle, dont la robe brun jaunâtre est plus terne. En période de reproduction, de mai à juillet, il fait sa cour en effectuant de petits bonds en zigzag devant la compagne qu'il a choisie, pour l'attirer dans son territoire. Sa tête est agitée de mouvements saccadés. Après avoir déposé ses œufs, la femelle abandonne son compagnon et s'en va frayer avec d'autres prétendants. Cette activité est essentiellement matinale. Comme la blennie gattorugine, le triptérygion a une parfaite connaissance de son environnement. Un mâle capturé puis relâché à une distance de 30 mètres de son domaine le retrouve sans aucune difficulté.

GOBIE ENSANGLANTÉ

Gobu+ - *Gobius cruentatus*, Gmelin, 1789 - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Gobiidés
Répartition géographique : mer Méditerranée (absent des côtes sud-est), océan Atlantique est (du Maroc au bassin d'Arcachon. Présence dans le sud-ouest de l'Irlande) - Taille : jusqu'à 18 cm



Famille nombreuse

Avec 64 espèces différentes, la famille des gobies est la plus importante de Méditerranée. Elle représente à elle seule 10% de toutes les espèces de poissons actuellement recensées dans la grande bleue. Dans les eaux côtières, le gobie ensanglanté vit sur des reliefs variés tels que les fonds sableux, les zones rocheuses ou l'herbier de posidonies. Il se nourrit de petits crustacés, de vers, de mollusques et parfois de jeunes poissons. Sa tête aplatie, ses joues arrondies et ses grosses lèvres rouges le rendent facilement identifiable, ce qui est loin d'être le cas pour d'autres espèces de sa famille. Le mâle établit un territoire d'environ 1m². Il se cache dans les cavités, sous les pierres ou à l'intérieur des coquilles vides. C'est là que plusieurs femelles viennent fixer leurs œufs au moment de la reproduction qui a lieu au printemps et en été. Le futur père protège et oxygène les pontes. Pour impressionner d'éventuels prédateurs, il émet des grondements menaçants et nettement audibles, produits par le frottement de ses dents.

ROUGET DE ROCHE

Treglia de schœgllu+ - *Mullus surmuletus* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Mullidés - Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Sénégal à la mer du Nord) - Taille : 10 à 25 cm en moyenne. Taille maximale : 40 cm



Un fin gourmet

Le rouget de roche est fréquent sur les fonds de roches, de graviers ou de sable jusqu'à 100 mètres de profondeur. Il se distingue du rouget de vase (*Mullus barbatus*) par la présence sur ses flancs de cinq bandes longitudinales, plus ou moins apparentes en fonction du moment de la journée et du comportement du poisson. Pour le rouget, le sable est le meilleur des restaurants ! Il possède à la base du menton deux barbillons fourchus et souples. Ces organes tactiles et gustatifs sont utilisés pour fouiller le sédiment et en détecter le contenu. Le rouget déloge ainsi tous les petits animaux benthiques qu'il repère. Il se délecte alors de crustacés, de mollusques ou de vers. La reproduction a lieu entre le mois d'avril et le mois de juillet. La ponte est pélagique et les larves, planctoniques, sont d'une belle couleur bleutée. Elles s'alimentent essentiellement de crustacés copépodes durant cette phase. La chair blanche et ferme du rouget de roche est appréciée depuis la haute antiquité. Les romains organisaient des festins où il était consommé en abondance.

GRANDE VIVE

Aragna draco+ - *Trachinus draco*, Linné, 1758 - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Perciformes - Famille : Trachinidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (du Maroc à la Scandinavie) - Taille : 10 à 30 cm en moyenne. 45 cm maximum.

Attention : venin !

Enfouie dans le sable durant la journée, sur les fonds de 5 à 100 mètres, la grande vive guette ses proies. Elle les capture à la vitesse de l'éclair, en se propulsant hors du sédiment grâce aux mouvements puissants de sa nageoire caudale. Pris au piège de ce prédateur invisible, les petits crustacés et les poissons composent l'essentiel de son alimentation. La grande vive ne laisse dépasser du sédiment que ses yeux et les premiers rayons épineux de sa nageoire dorsale. Ces aiguillons contiennent un venin puissant. En cas de piqûre, il provoque des douleurs insupportables. La gravité de la blessure varie avec la quantité de venin injecté et la corpulence de la victime.

Hormis la douleur, les troubles peuvent se traduire pendant plusieurs jours par des œdèmes, des nausées, des difficultés respiratoires. Les effets du venin sont atténués par la mise en contact immédiate de la zone indurée avec une source de chaleur. Par mesure de sécurité, ces aiguillons sont éliminés par les pêcheurs quand elle est mise en vente sur les marchés.



FAUX TURBOT

Rombu d'arena+ - *Bothus podas* (Delaroche, 1809) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Pleuronectiformes - Famille : Bothidés
Répartition géographique : espèce endémique de la Méditerranée - Taille : Commune de 8 à 18 cm. 45 cm maximum

Mimétisme et métamorphose

Le faux turbot peuple les fonds sablo-vaseux de 15 à 400 mètres. Comme tous les poissons de sa famille, il vit couché sur l'un de ses flancs. Son corps aplati et ses aptitudes à un changement de couleur rapide le font passer totalement inaperçu. D'ordinaire, il se tient légèrement enfoui, ne laissant apparaître que ses yeux dont l'écartement est caractéristique. Très mobiles, les yeux fonctionnent de façon indépendante. Comparables à de véritables tours de contrôle, ils lui permettent de voir en même temps dans toutes les directions. Ainsi protégé, le faux turbot se tient à l'affût des moindres proies qui passent à sa portée ; crevettes, vers et petits poissons agrémentent ses repas. La reproduction se déroule entre le mois de mai et le mois d'août en Méditerranée occidentale. Les jeunes ont un mode de vie pélagique. Au début, ils n'ont rien d'un poisson plat. Leur corps, parfaitement symétrique, subit une métamorphose au cours de laquelle l'œil droit migre vers le côté gauche du corps. La transformation opérée, ils rejoignent le fond.



POISSON LÉZARD

Pisciu ratabrūna+ - *Synodus saurus* (Linné, 1758) - Embranchement : Vertébrés - Classe : Ostéichthyens - Ordre : Scopeliformes - Famille : Synodontidés
Répartition géographique : mer Méditerranée, océan Atlantique est (le long des côtes et des îles africaines), océan Atlantique ouest (Bermudes, Bahamas, petites Antilles) - Taille : 15 à 25 cm. 45 cm au maximum.

Mystérieux

Le comportement du poisson lézard est encore méconnu, bien que ce poisson soit observé régulièrement dans les eaux de la réserve ou dans le port de Monaco. Généralement solitaire, il vit sur les fonds sablo-vaseux, à partir de 25 mètres et jusqu'à 400 mètres de profondeur. Il se tient immobile, comme un lézard, dans l'attente du passage de poissons ou de crevettes qu'il saisit avec une grande rapidité.

Ses mâchoires, armées de dents pointues et sa tête, aplatie et triangulaire, le caractérisent. Six taches noires circulaires ornent les flancs des jeunes. Un deuxième représentant de la famille des synodontidés vit en Méditerranée, dans le sud-est oriental : le poisson lézard à grandes écailles (*Saurida undosquamis*). Répandu en mer Rouge et dans l'océan Indo-Pacifique, il fait partie des migrants lessepsiens, c'est-à-dire des espèces qui ont traversé le canal de Suez depuis sa création et se sont adaptées à la vie dans les eaux méditerranéennes. Actuellement, environ 50 espèces de poissons lessepsiens sont recensées.



ESPÈCES MENACÉES : LA VIE EN DANGER

Pollution par rejets de métaux lourds, de détergents ou de produits organo-chlorés, pollution par rejets d'engrais agricoles, prélèvements excessifs, sacs plastiques et autres déchets domestiques jetés à la mer, constructions côtières gagnées sur la mer, filets dérivants, ancrage des bateaux sur des fonds sous-marins fragiles, dégazages, non respect des réglementations, tir par balles, etc...

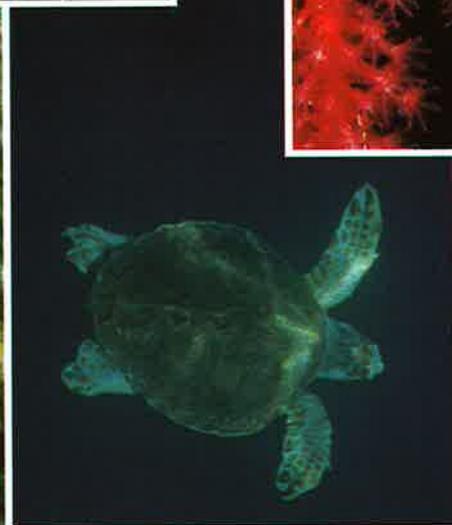
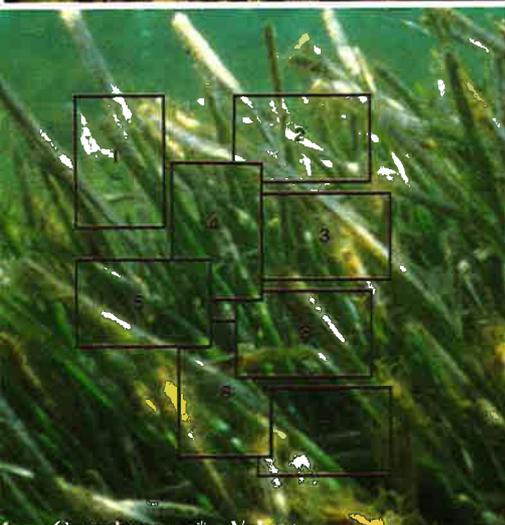
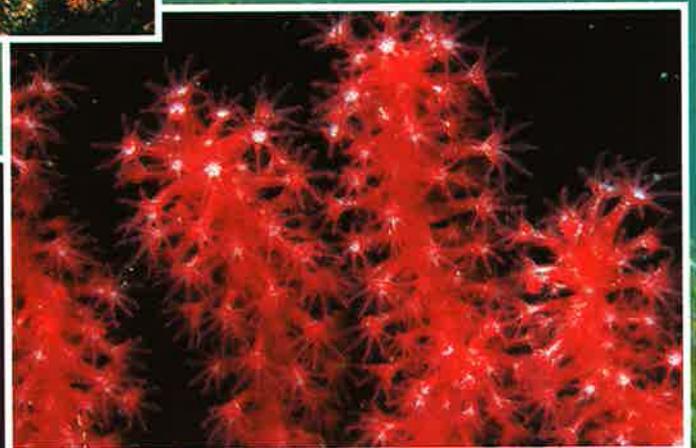
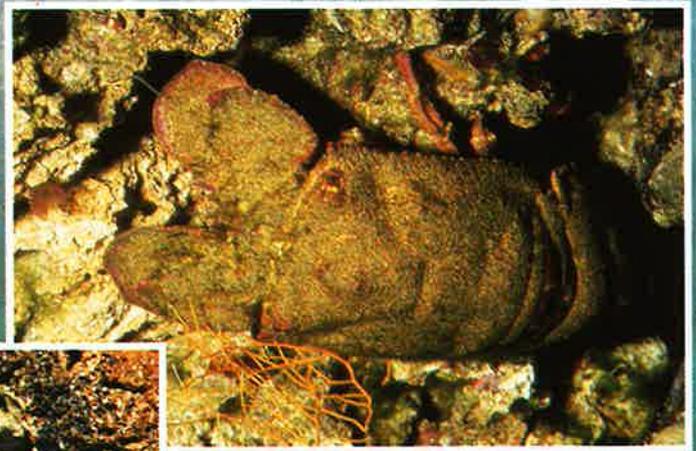
Aujourd'hui, les actions négatives de l'homme sur l'environnement menacent gravement la Méditerranée et ses peuplements. Cette mer au milieu des terres subit chaque jour un peu plus la pression des populations humaines, et l'accroissement constant, installées sur ses rivages. Conséquences : la qualité des biotopes sous-marins se dégrade, la faune et la flore souffrent.

Devant cette situation alarmante, les gouvernements des pays riverains développent peu à peu, à l'échelle nationale ou internationale, une politique environnementale et éducative plus réaliste. Les actions locales concrètes se multiplient. Ce mouvement d'ensemble va dans le sens de la sauvegarde de la Méditerranée et doit s'amplifier. En ce qui concerne notamment les espèces en danger, il devient urgent qu'il se traduise dans les faits par des mesures de surveillance plus efficaces et par une répression plus souvent effective des actes illégaux.

Mais la protection du milieu et des espèces menacées est aussi l'affaire de tous. Les petits "gestes bleus" de la vie quotidienne pèsent parfois plus lourd que les grandes décisions quand ils sont multipliés des millions de fois, pendant des années...

Espèces protégées° en Méditerranée : (Ces espèces bénéficient d'un statut de protection légal sur l'ensemble du littoral français).	Menaces principales qui pèsent sur ces espèces et entraînent une raréfaction des peuplements en Méditerranée :
Phanérogames : Posidonie (<i>Posidonia oceanica</i>) Cymodocée (<i>Cymodocea nodosa</i>)	Constructions côtières, pollutions et rejets côtiers
Cnidaires : Corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>)	Surexploitation, prélèvements abusifs pour l'utilisation en bijouterie
Mollusques : Patelle géante - Ruchela+ (<i>Patella ferruginea</i>) Datte de mer (<i>Lithophaga lithophaga</i>) Grande nacre (<i>Pinna nobilis</i>). Nacre épineuse (<i>Pinna rudis</i>)	Pollution, surexploitation. Usage alimentaire. Derniers peuplements importants au Maroc et en Tunisie. Surexploitée en Italie et en Croatie. Usage alimentaire. Prélèvements abusifs pour usage décoratif. Régression de l'habitat naturel, l'herbier de posidonies. Même cause.
Crustacés : Grande cigale de mer (<i>Scyllarides latus</i>)	Surexploitation. Usage alimentaire
Echinodermes : Oursin diadème de Méditerranée (<i>Centrostephanus longispinus</i>)	Pollution, prélèvement abusifs.
Poissons : Mérou brun (<i>Epinephelus marginatus</i>)	Pêche et chasse sous-marine excessives. Usage alimentaire.
Tortues marines : Un nouvel arrêté assurant leur protection intégrale est en cours d'application. Cinq espèces sont rencontrées en Méditerranée : Tortue caouanne (<i>Caretta caretta</i>), Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>), Tortue caret (<i>Eretmochelys imbricata</i>), Tortue de Kemp (<i>Lepidochelys kempii</i>), Tortue luth (<i>Dermochelys coriacea</i>).	Dégradation ou dérangement des sites naturels de pontes (tourisme). Pollution. Les sacs plastiques flottants confondus avec des méduses sont avalés et provoquent des occlusions intestinales ou l'étouffement. Capture et consommation d'individus sauvages encore en usage dans certaines régions.
Mammifères marins : Pinnipèdes : Phoque moine de Méditerranée (<i>Monachus monachus</i>) Baleines et dauphins (Balena+ - Derfin+): 12 espèces de cétacés vivent en Méditerranée : Rorqual commun (<i>Balaenoptera physalus</i>), Petit rorqual (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>), Grand cachalot (<i>Physeter catodon</i>), Baleine à bec de Cuvier (<i>Ziphius cavirostris</i>), Orque (<i>Orcinus orca</i>), Grand dauphin (<i>Tursiops truncatus</i>), Dauphin bleu et blanc (<i>Stenella coeruleoalba</i>). Dauphin commun (<i>Delphinus delphis</i>), Dauphin à bec étroit (<i>Steno bredanensis</i>), Dauphin de Risso (<i>Grampus griseus</i>), Globicéphale noir (<i>Globicephala melas</i>), Faux-orque (<i>Pseudorca crassidens</i>). Un nouveau projet visant à leur protection efficace en Méditerranée est actuellement en cours de réalisation.	Dégradation ou dérangement des sites de reproduction (tourisme). Chasse. 200 individus survivent en Méditerranée. Espèce en voie d'extinction. Pollution par les hydrocarbures, les pesticides, les métaux lourds. Elle entraîne des maladies, des malformations, un taux d'avortements plus élevé. Ingestion de corps étrangers (sacs plastiques, objets coupants). Filets dérivants provoquant la noyade. Collisions avec les bateaux rapides. Tirs volontaires de balles, explosions.

Même si elle n'est pas toujours respectée, la loi protège ces espèces. D'autres organismes marins ne bénéficient encore d'aucune mesure de protection. Pourtant, leurs populations diminuent de façon inquiétante dans certaines régions de la Méditerranée : c'est le cas par exemple de la Gorgone rouge (*Paramuricea clavata*), du spondyle (*Spondylus gaderopus*) ou des hippocampes (*Hippocampus hippocampus* et *Hippocampus ramulosus*).



- 1 : Grande nacre* - Valva+
- 2 : Grande cigale de mer - Maciota grossa+
- 3 : Corail rouge de Méditerranée*
- 4 : Datte de mer* - Dataru+
- 5 : Oursin diadème de Méditerranée*
- 6 : Tortue caouanne - Tartaruga de marina+
- 7 : Mérou brun - Mera+
- 8 : Gorgone rouge

* : Espèces menacées présentes dans les eaux de la réserve sous-marine monégasque.

L'herbier de posidonie* (*Posidonia oceanica*).

LEXIQUE

Alevin : chez les poissons, étape du développement se situant immédiatement après le stade larvaire.

Algues : végétaux aquatiques des eaux douces ou salées dépourvus de racines, de tiges et de feuilles, unicellulaires ou pluricellulaires. Leur couleur est déterminée par la nature et la teneur des pigments contenus dans les tissus.

Benthique : terme qui qualifie le fond des océans, des mers, des lacs ou des rivières. Les organismes vivants fixés ou mobiles qui peuplent le fond constituent le benthos.

Biotope : aire géographique délimitée, caractérisée par des conditions écologiques particulières (nature du sol, température, salinité, etc...) et qui sert d'habitat aux organismes vivants qui la peuplent.

Endémique : ce terme définit une distribution géographique limitée. Cette notion s'applique aux espèces comme aux unités de classification des êtres vivants de rang supérieur. Sur les 638 espèces de poissons actuellement recensées en Méditerranée, 117 sont endémiques : on ne les rencontre dans aucune autre mer.

Espèce : appartient à la même espèce des organismes vivants qui se ressemblent par leur forme, leur anatomie, leur écologie, leur comportement et leur fonctionnement interne ; ils ne sont pas isolés géographiquement de leurs semblables, se reproduisent entre eux et leurs descendants sont féconds.

Espèce protégée : une espèce est dite protégée lorsque sa destruction, sa capture, son transport, sa mise en vente et son achat sont interdits sur un territoire donné.

Frai : époque, acte décrivant la reproduction chez les poissons et les amphibiens.

Incubation : période qui s'écoule entre la fécondation et la naissance d'un organisme vivant.

Invertébré : animal dépourvu de colonne vertébrale. Le corps de nombreux invertébrés marins est souvent protégé par une enveloppe externe élaborée par l'animal : squelette externe des coraux, coquille des mollusques, carapace des crustacés.

Necton : ensemble des organismes vivants de la pleine eau dont le mode de déplacement est suffisamment puissant pour être indépendant des courants ou des marées.

Ostéichthyens : poissons pourvus d'un squelette osseux. Ce sont les plus représentés actuellement. Ils se distinguent des poissons à squelette cartilagineux (Requins, raies, chimères) et des poissons cartilagineux dépourvus de mâchoires (lamproies, myxines).

Phanérogame : plante terrestre ou aquatique pourvue de racines, de tiges et de feuilles, qui fleurit périodiquement et produit des graines.

Photosynthèse : synthèse biochimique de matière organique et production d'oxygène à partir d'éléments minéraux ou organiques et de l'énergie solaire. On distingue les êtres vivants autotrophes, capables de réaliser cette synthèse (ex : les algues), des êtres vivants hétérotrophes, incapables de synthétiser eux-mêmes de la matière organique (ex : les poissons).

Pélagique : terme qui qualifie tout organisme vivant dans les zones marines de pleine eau, c'est-à-dire libre de tout contact avec le fond.

Plancton : ensemble des organismes vivants, animaux ou végétaux, qui vivent en suspension dans les océans et les eaux douces et dont le déplacement dépend des courants.

Réserve naturelle : territoire terrestre ou aquatique spécialement affecté à la conservation et à la protection des êtres vivants.

Stade larvaire : stade immature présenté par certains animaux au cours de leur développement. Il diffère parfois beaucoup de la forme adulte.

Thalle : appareil végétatif des algues, caractérisé par l'absence de tige, de feuilles et de racines.

Vertébré : animal pourvu d'une colonne vertébrale. Les animaux vertébrés comprennent les batraciens, les reptiles, les poissons, les oiseaux et les mammifères. Ils représentent environ 2 % de toutes les espèces vivantes de la planète Terre.

Vessie natatoire : sac rempli de gaz, relié ou non au tube digestif des poissons. Il sert de ballast aux poissons et leur permet de maintenir leur équilibre. La vessie natatoire n'est pas présente chez toutes les espèces.



Pour en savoir plus...

- “Parcs et réserves de France”, P. Darmangeot. 1991. Editions ARTHAUD.
- “Guide des réserves naturelles de France”, A. Reille et C. Bonnin Luguot. 1987. Editions DELACHAUX & NIESTLE.
- “Découvrir la Méditerranée”, S. Weinberg. 1992. Editions NATHAN.
- “Guide de la faune sous-marine des côtes méditerranéennes”, W. Luther & K. Fiedler. 1987. Editions DELACHAUX & NIESTLE.
- “Guide des poissons de la Méditerranée”, M. Harmelin-Vivien & J. G. Harmelin. 1990. Editions DELACHAUX & NIESTLE.



Remerciements

Ce fascicule a été réalisé avec la collaboration et la participation des personnes ci-après auxquelles nous adressons nos vifs remerciements :

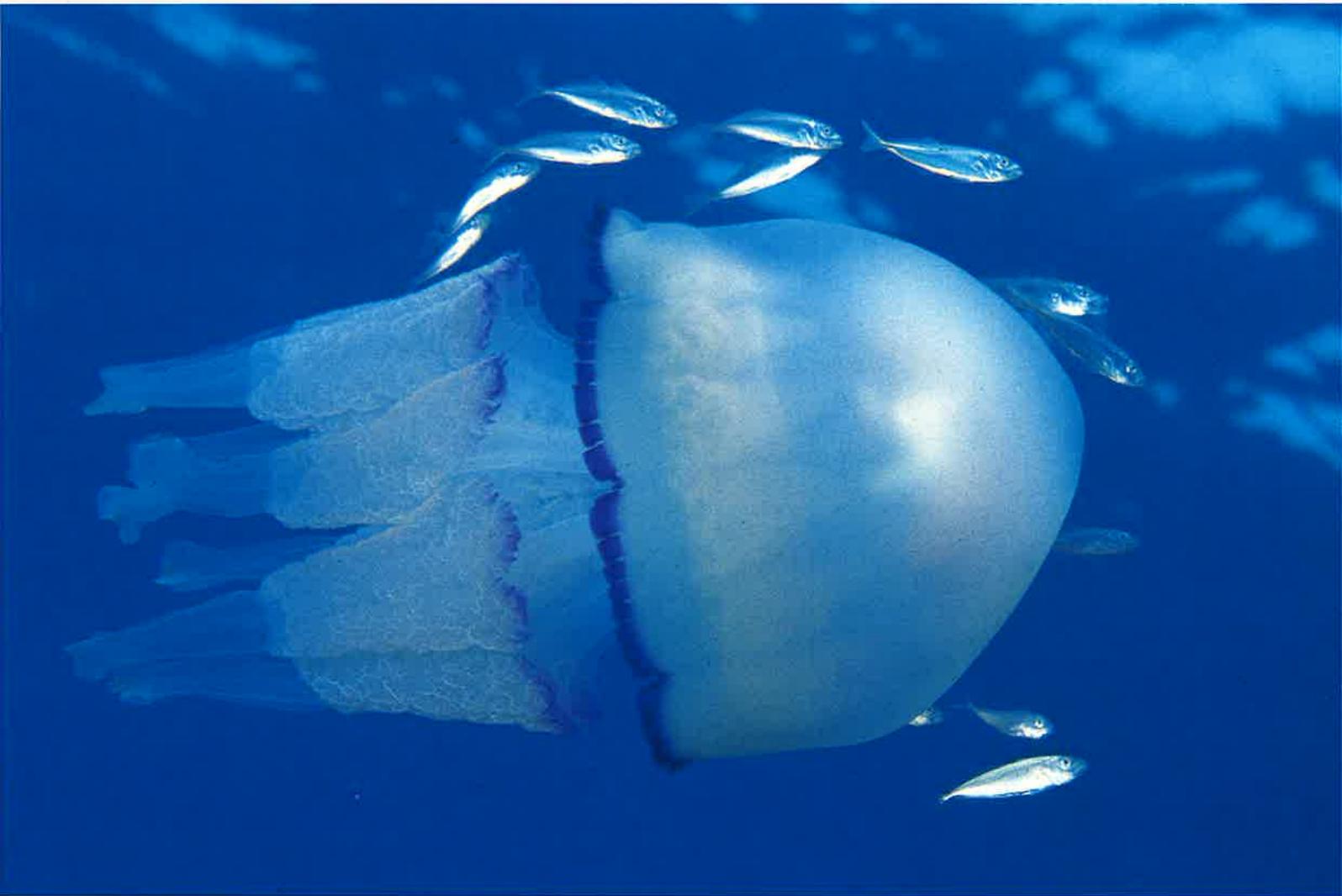
Annig Toulemont, Nadia Ounaïs, Maguelonne Déjeant-Pons, Joëlle Raffin, Yves Bérard, Christian Carpine, Thierry Thevenin, Pierre Gilles, Denis Allemand, Jean-Marie Bouchard, Daniel Battaglini, Edmond Lafont et le personnel de la bibliothèque du Musée océanographique de Monaco.

Enfin, nous adressons nos remerciements au Professeur François Doumenge, Directeur du Musée océanographique de Monaco, qui a autorisé l'auteur à réaliser ce travail.

Tous les clichés de cet ouvrage ont été réalisés par J-M. Mille, exceptés les photos suivantes :

Pages XX-XXI - Grande cigale de mer, Tortue caouanne : clichés de Yves Bérard. Datte de mer : cliché de Daniel Battaglini.

Fond de page Pages IV-V - Extrait de la carte N° 6881P du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine Nationale, reproduit avec l'aimable autorisation (N° 521/95) du Chef de la section distribution (ne pas utiliser cette carte pour la navigation). Cliché de Yves Bérard.



*L'ombrelle en forme de cloche de cette méduse de grande taille, le rhizostome (*Rhizostoma pulmo*), sert de refuge idéal aux alevins° de certaines espèces de poissons exposés aux dangers de la pleine eau, comme ces jeunes chinchards (*Trachurus mediterraneus*).*

Textes

Didier THÉRON, Responsable pédagogique du Musée Océanographique de Monaco

Documentation et recherche bibliographique

Christine FERRIER-PAGÈS, Docteur en Océanographie
Michèle ROBILLON, Maître ès Sciences Naturelles

Photographies

Jean-Michel MILLE

Conception graphique et maquette :
EGC - Monaco

Compo-gravure et impression :
Multiprint - Monaco

AMPN

secrétariat :

7, rue de la Colle
MC 98000 MONACO
Tél. : 92.05.61.70
Fax : 92.05.32.45

Dépôt légal : 28.920/5000/novembre 1995

Cet ouvrage a été achevé d'imprimer le 30 octobre 1995
sur les presses de l'imprimerie Multiprint à Monaco.

