ISSN 1635-3064

INSTITUT PAUL RICARD OCÉANOGRAPHIQUE

LA LETTRE D'INFORMATION

LA MÉDITERRANÉE SE RÉCHAUFFE

LITTORAL ÉTAT DE SANTÉ

UN LIVRE BLEU POUR LA MER

OCÉAN

Le Maître du climat

N°14 - 2015

Pour garder les pieds sur…Terre

L'océan est essentiel à la vie, il est la source de l'air que nous respirons et de l'eau que nous buvons.

Il faut avoir la vision lucide de notre Terre comme une île au milieu de l'océan mondial. Nous sommes de fait sur un bateau nommé Terre.

Parmi les changements de paradigmes que nous vivons aujourd'hui, il en est un essentiel, celui de l'inversion de notre rapport au Vivant et l'acceptation nouvelle de nos destinées liées. Comme toutes les espèces sur la planète, nous dépendons du climat, de l'eau et de l'air pour notre survie. De fait, nous dépendons tous de l'océan, véritable Maître du climat.

Seul un océan vivant et en bonne santé pourra continuer à nous offrir les services écosystémiques et les solutions d'adaptation et d'atténuation face au changement climatique. Son étude et sa préservation doivent devenir notre feuille de route pour rendre nos sociétés plus durables.

Aussi, j'espère que l'océan a été non seulement l'atout « surprise » mais l'atout « solutions » de ce grand défi planétaire qu'a représenté la 21e Conférence mondiale sur le climat, à Paris.

L'heure est vraiment venue de *connaître et protéger la mer*, en référence à la devise fondatrice de l'Institut océanographique Paul Ricard, qui a célébré en 2016 son cinquantième anniversaire.

Merci à Françoise Gaill, directrice au CNRS et administratrice de notre Institut, pour sa contribution : *« Océan - Le Maître du climat »*, que je vous invite à découvrir dans ce numéro de *La Lettre d'information.*

Patricia Ricard
Présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard

// OCÉANOGRAPHIE

Climat / Dossier

OCÉAN - LE MAÎTRE DU CLIMAT
Entretien avec Françoise Gaill, directrice de recherche au CNRS

1/ Rôle majeur de l'océan dans la machinerie climatique 5
2 / Le changement climatique, ses effets sur l'océan, ses habitants et le littoral 13
3 / Les solutions issues de l'océan pour contribuer à lutter contre le changement climatique 17

LA MÉDITERRANÉE SE RÉCHAUFFE
La contribution de l'Institut océanographique Paul Ricard à la problématique du changement climatique 20

Biodiversité

• **Littoral**
État de santé 25

// DÉVELOPPEMENT DURABLE

Gestion environnementale

• « **Faire de Marseille une grande métropole de la mer** »
Focus sur Didier Réault, adjoint à la mer et au littoral de la ville de Marseille 34

• **Un SCoT pour la mer**
Volet littoral et maritime du Schéma de Cohérence Territoriale Provence Méditerranée 40

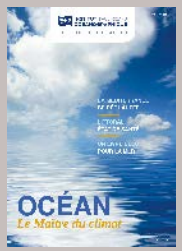
// INFORMATION - SENSIBILISATION

• **Carnet de bord** 44

// ASSOCIATION

PARTENAIRES
• **Entretien avec Pierre Boissery**
Expert pour la mer et le littoral méditerranéen à l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse 47

• Catherine Chabaud aux Embiez…
Cap sur la COP 21 56



LA LETTRE D'INFORMATION DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD N°14 - 2015

Institut océanographique Paul Ricard
île des Embiez
83140 Six-Fours-les-Plages
Tél : 04 94 34 02 49
E-mail : embiez@institut-paul-ricard.org
www.institut-paul-ricard.org

Photo de couverture - L'interaction entre océan et atmosphère, à la source de l'évolution du système climatique (Ph. Fotolia-G. Andrushko).

Directrice de la publication : Patricia Ricard - **Rédacteur en chef :** Christian Frasson-Botton **Rédaction :** Jean-Luc Bonnefont, Karine Braneyre, Isabelle Croizeau, Christian Frasson-Botton, Patrick Lelong, Yvan Martin, Alain Riva, Nardo Vicente - **Maquette :** Ouvreboîte, Marseille - **Impression :** Groupe Taurrus Impression, Marseille. Papier 100% recyclé, label Imprim'vert 2009.
Dépôt légal : septembre 2015. (Réédition révisée : septembre 2019).

REVUE D'INFORMATION DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD
Publiée sous les titres : *Bulletin de la Fondation scientifique Ricard / Observatoire de la mer*, de 1974 à 1980 (Nos 1 à 3) ; *Revue de la Fondation océanographique Ricard*, de 1980 à 1985 (Nos 4 à 8) ; *Océanorama / Fondation océanographique Ricard*, puis *Institut océanographique Paul Ricard*, de 1986 à 2002 (Nos 9 à 32) ; *La Lettre d'information.*

INSTITUT PAUL RICARD OCÉANOGRAPHIQUE

www.institut-paul-ricard.org

Océan
Le Maître du climat

1 / Rôle majeur de l'océan dans la machinerie climatique

2 / Le changement climatique, ses effets sur l'océan, ses habitants et le littoral

3 / Les solutions issues de l'océan pour contribuer à lutter contre le changement climatique

Ph. Fotolia-S. Nivens

ENTRETIEN AVEC FRANÇOISE GAILL
Directrice de recherche au CNRS
Coordinatrice scientifique de la Plateforme Océan & Climat
Administratrice de l'Institut océanographique Paul Ricard

Ph. C. F.-B

Le climat de la planète se présente comme une grande machinerie dont l'extrême complexité nous échappe encore sur différents aspects. Dans l'espace et dans le temps, son fonctionnement est régi par la mise en œuvre de rouages qui actionnent plusieurs composantes : l'atmosphère ; la lithosphère (croûte terrestre) ; l'hydrosphère (mers, océans, lacs, cours d'eau) ; la cryosphère (glaces) et la biosphère (êtres vivants).

Quant à l'énergie nécessaire au fonctionnement du système, elle est fournie en majorité par l'activité solaire. Et sa diffusion géographique et saisonnière sur la Terre dépend de paramètres astronomiques, tels que la rotondité de la planète, l'inclinaison de son axe de rotation et de son orbite autour de notre étoile, qui varient eux-mêmes sur des cycles de quelques décennies à plusieurs dizaines de millénaires.

Les différentes aires climatiques résultent donc de cette variabilité de la quantité d'énergie solaire atteignant la Terre. C'est elle qui conditionne la répartition des êtres vivants. Mais ce n'est pas tout : ce phénomène naturel se combine à d'autres qui le sont aussi, à savoir la manière dont les circulations atmosphérique et océanique redistribuent cette énergie reçue. S'ajoute un effet de serre dû à l'absorption et à la réémission atmosphérique du rayonnement infrarouge par la surface de la Terre vers le ciel.

Voilà pour les explications des différences du climat telles qu'elles existent naturellement depuis la nuit des temps. Mais tout a commencé à changer graduellement à partir de la révolution industrielle du XIXe siècle.

>>

Ph. DR

PARCOURS

FRANÇOISE GAILL

APRÈS DES ÉTUDES À L'UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE ET UN DEA DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE (1971), FRANÇOISE GAILL ENTAME UNE CARRIÈRE DE CHERCHEUR DANS LE LABORATOIRE DE BIOLOGIE DES INVERTÉBRÉS MARINS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE (PARIS) : *« UN DOMAINE QUI DEMEURERA MA PASSION À TOUT JAMAIS »*, PRÉCISE-T-ELLE.

La carrière de la jeune scientifique prend une nouvelle dimension lorsqu'elle intègre le CNRS (1973) et obtient un doctorat d'État (1981).

Françoise Gaill travaille alors dans différents laboratoires, dont la station biologique de Roscoff (1993 - 1998). Elle crée un centre de microscopie électronique inter-universitaire à Jussieu (1999), dans l'UMR « Biologie du développement ».

En 2003, elle participe à la création d'une nouvelle unité mixte de recherche au sein du CNRS : « Systématique, adaptation, évolution », qu'elle codirige de 2003 à 2008. Ce laboratoire est centré sur la biodiversité marine.

La directrice de recherche au CNRS est alors nommée à la direction du département « Environnement et développement durable » en 2008. Elle est chargée de mettre en place le nouvel Institut « Écologie et environnement » (INEE) du CNRS, et en assumera la direction jusqu'en 2013.

Parallèlement, dès 2006, Françoise Gaill rejoint la direction du CNRS comme déléguée scientifique dans le département des sciences de la vie, en charge des Affaires internationales.

Au cours de sa carrière, cette scientifique a participé à une trentaine de campagnes océanographiques internationales et compte une trentaine de plongées profondes.

« Je pensais, dans les années 1975, que nous n'avions plus rien à découvrir sur le milieu marin profond. Or, les nouvelles technologies et les sous-marins ont prouvé le contraire. Les milieux extrêmes m'ont passionnée. ».

Françoise Gaill met notamment en évidence l'un des mécanismes moléculaires permettant aux organismes de s'adapter aux températures élevées des fluides hydrothermaux des dorsales océaniques ; elle découvre de nouveaux modes de développement et d'associations symbiotiques.

Après avoir été présidente du Comité opérationnel « Recherche et innovation » du Grenelle de la mer, lancé en 2009, cette scientifique a participé à la création de l'Alliance nationale pour les sciences de l'environnement (Allenvi) dont elle est devenue vice-présidente « Programmation recherche » en 2011. Elle fait partie du Conseil national de la mer et des littoraux.

>>

La grande machinerie s'est alors emballée, pour le moins déréglée, avec le rejet annuel de plusieurs milliards de tonnes de carbone dans l'atmosphère. Et même si la végétation et l'océan mondial en absorbent environ la moitié, les conclusions du 5e Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) [1] sont claires : l'implication des activités humaines dans le réchauffement climatique en cours est sans contestation possible, avec des conséquences graves, dangereuses, voire irréversibles pour le monde vivant si on n'y oppose pas en urgence des solutions rapides et globales.

Françoise Gaill : *« Océan et climat sont intimement liés, et nous sommes en train de bouleverser les grands équilibres : l'océan s'est réchauffé jusqu'à 3000 mètres de profondeur, il devient plus acide en absorbant plus de gaz carbonique ; le niveau des mers monte de 1,7 millimètre par an, menaçant les côtes et les îles. »*

C'est une nouvelle alerte des scientifiques à l'égard des décideurs et des citoyens. Avec quelques chapitres qui lui sont consacrés dans ce rapport du GIEC, c'est aussi l'amorce d'une prise en compte de l'océan comme l'un des acteurs majeurs de la machinerie climatique. L'avancée des connaissances permet aujourd'hui de mieux évaluer l'importance de son rôle et ses vulnérabilités, mais les incertitudes scientifiques restent encore grandes et nombreuses. Un rapport spécial du GIEC sur l'océan serait donc d'une grande valeur ajoutée.

Entretien avec Françoise Gaill, une océanographe qui compte 34 plongées profondes jusqu'à 4000 mètres, à bord de différents types de sous-marins. Expertise d'une militante engagée au sein de la Plateforme *Océan & Climat*, qui a pour objectif de faire reconnaître la voix de l'océan au niveau international, et dans les conférences telles que les COP [2].

(1) Ce Rapport publié le 2 novembre 2014 a été établi à partir de plus de 30 000 documents scientifiques.

(2) La 21e Conférence des parties (COP) de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques s'est tenue à Paris, du 30 novembre au 11 décembre 2015.

Françoise Gaill est conseiller scientifique auprès de la direction du CNRS (INEE). Elle s'implique dans de nombreuses instances internationales comme l'European Science Foundation (ESF).

Elle a participé à plusieurs conseils scientifiques d'universités, d'organismes ou d'agences de recherche. Elle est conseiller ou administrateur d'établissements de recherche et de fondations d'entreprise : Total, Veolia, Institut océanographique Paul Ricard, Tara. Elle est membre du comité d'éthique de l'INRA et du CIRAD, et préside le Conseil d'orientation stratégique et scientifique de la flotte océanographique française (COSS). Elle participe aux travaux des Nations Unies sur le premier état des lieux des océans (World Ocean Assessment).

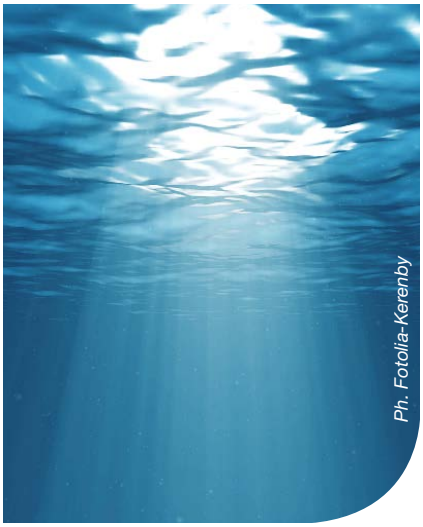
Les travaux de Françoise Gaill ont fait l'objet de plus de 130 publications et donné lieu à plusieurs brevets dont un, l'alvinellicine, est un antibiotique.

OCÉAN, LE MAÎTRE DU CLIMAT

1/ Rôle majeur de l'océan dans la machinerie climatique

« Océan et climat sont intimement liés, et nous sommes en train de bouleverser les grands équilibres »

Ph. Fotolia-T. Launois


Ph. Fotolia-Kerenby

➔ FRANÇOISE GAILL, VOTRE EXPERTISE VOUS A CONDUIT À PARTICIPER AUX TRAVAUX DES NATIONS UNIES SUR LE PREMIER ÉTAT DES LIEUX DES OCÉANS (WORLD OCEAN ASSESSMENT). VOUS ASSUREZ AUSSI LA COORDINATION SCIENTIFIQUE D'UNE PLATEFORME QUI MET EN AVANT LE RÔLE DE L'OCÉAN DANS LA MACHINERIE CLIMATIQUE. POURQUOI CET ENGAGEMENT ?

En effet, l'ONU a publié en 2015 le premier état des océans. C'est une « bible », un état zéro de nos connaissances sur les océans, une source de données colossale.

Mais un questionnement sur l'impact des transformations en cours dans les océans, en relation avec le climat, est absent, car il s'agit d'une décision de ne pas traiter ce que le GIEC prend en main.

Or, si la température de l'eau des océans s'élève, d'un point de vue physique, l'eau va se dilater [3] et son volume augmenter. Le niveau des mers va donc monter, avec des répercussions sur la biodiversité et les sociétés humaines.

Je pense qu'aujourd'hui le climat est un domaine qui intéresse chacun d'entre nous parce qu'il est mondial, et que le changement climatique est vu jusqu'à présent comme résultant des activités humaines et affectant principalement les habitants des continents. Et on néglige encore l'importance des océans dans ce domaine.

➔ ALORS, QUEL EST LE RÔLE MOTEUR DE L'OCÉAN DANS L'ÉVOLUTION DU CLIMAT ?

À un niveau extrêmement simple, si on pense que le changement climatique repose uniquement sur le rejet d'éléments influant sur l'effet de serre, on oublie que tout vient du soleil, fournisseur de l'énergie, que tous les êtres vivants - et nous humains -, utilisons et exploitons d'une certaine manière.

Mais ce que nous dégageons et produisons [4] fait écran à cette énergie solaire diffusée vers la Terre. Donc, on perd un certain nombre de choses, une certaine intensité de rayonnement, mais ce qui est passé à travers ce filtre est recyclé ou stocké dans l'océan *(voir en p. 7 :* L'océan - Thermostat de la planète, *ndlr).*

Cet aspect est peu connu du grand public.

(3) En savoir + sur la dilatation de l'eau :
http://education.meteofrance.fr/college/activites-experimentales/l-eau/la-dilation-de-l-eau

(4) Particules fines, vapeur d'eau, divers gaz…

>>

La canopée forestière s'expose à la lumière du soleil pour capter le maximum d'énergie nécessaire à la photosynthèse.

>>

➔ PLUS CONCRÈTEMENT, QUELS SONT LES ACTEURS DE CETTE CAPTATION DU GAZ CARBONIQUE DE L'ATMOSPHÈRE ?

C'est un sujet qui est à l'ordre du jour, car il existe différents principes, de ce que l'on appelle pompes ou puits, qui accumulent le carbone. Ceux-ci sont capables de le recycler, de l'utiliser autrement, s'intégrant dans un système d'équilibres naturels, dont on commence à avoir une petite idée, mais qui représente toujours un vaste domaine à explorer.

Dans cette vision, le vivant est quelque chose de déterminant, et même si les phénomènes physiques sont encore prépondérants, la biodiversité sera déterminante.

Considérées comme des puits de carbone indispensables, les forêts sont des têtes d'épingles, comparées aux océans.

Dans l'immédiat, nous ne connaissons qu'une partie de l'action du plancton marin et des microbes associés, mais une chose est sûre, cette pompe biologique océanique participe d'une manière non négligeable à l'absorption du gaz carbonique.

Par rapport à un tel schéma, il nous reste à déterminer l'ensemble des interactions avec les autres espèces, les autres environnements et comprendre comment tout s'articule pour finalement aboutir à une stabilité au cours du temps, puisque la planète Terre est relativement « tranquille » depuis vingt siècles.

> ***“Considérées comme des puits de carbone indispensables, les forêts sont des têtes d'épingles, comparées aux océans”***

➔ EN ABSORBANT EN PARTIE LE GAZ CARBONIQUE QUE NOUS ÉMETTONS, L'OCÉAN EST UN RÉGULATEUR NATUREL DU CLIMAT. MAIS AVEC L'ACCROISSEMENT DE LA CONCENTRATION DE CE GAZ, QUE VA-T-IL SE PASSER ? QUELS SERAIENT LES SCÉNARIOS SUR LE CLIMAT FUTUR ?

Évidemment, les scénarios sont à l'échelle de plusieurs dizaines d'années, parce que les modèles dont nous disposons aujourd'hui sont ceux qui ont une incidence à moyen terme, car nous ne savons pas traiter les scénarios à court terme, c'est-à-dire que le niveau d'incertitude est très grand.

Mais pour la première partie de votre question, nous pouvons dire de façon sûre, que nous constatons une augmentation de la température de l'océan depuis un certain temps *(voir en p. 7 :* L'océan - Thermostat de la planète, *ndlr).*

Sans l'océan, cette augmentation serait beaucoup plus importante que les deux degrés annoncés et souhaités pour 2100. Mais nous ne pouvons pas réellement l'estimer, car les connaissances actuelles, ne nous permettent pas de définir avec exactitude comment l'océan, qui est un réservoir de chaleur, agit sur la régulation thermique générale.

D'autre part, si l'océan capte environ 25 % du CO_2 que nous émettons aujourd'hui, nous allons avoir certainement une acidification de l'eau avec ses conséquences immédiates sur les populations littorales.

L'acidification semble inéluctable. Depuis le début de l'ère industrielle (1850), on a enregistré un accroissement de plus de 30 % de celle-ci, correspondant à une baisse voisine de 0,1 unité pH, et je pense que nous devons en tenir compte *(voir en p. 10 :* L'océan - Acidification en cours, *ndlr).*

L'infiniment petit constituant la majorité du plancton est mis en évidence la nuit par sa capacité à produire une bioluminescence. Le phytoplancton bioluminescent est principalement composé de dinoflagellés photosynthétiques qui se rencontrent près de la surface.

Suite de l'entretien en page 13 >>

Ph. Fotolia - I. Chalkovskiy

L'OCÉAN THERMOSTAT DE LA PLANÈTE

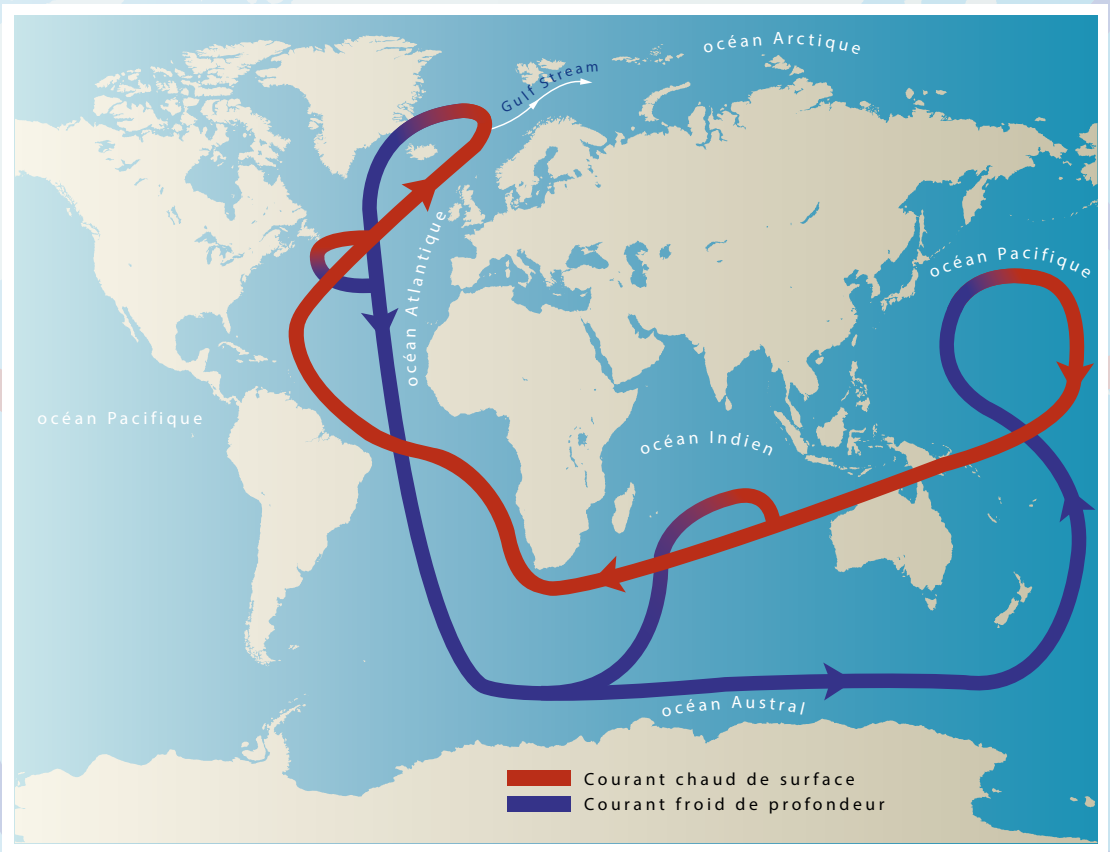
L'OCÉAN MONDIAL [1] EST DÉTERMINANT POUR LE CLIMAT DE LA PLANÈTE. MAIS SA FONCTION DE RÉGULATEUR THERMOSTATIQUE EST PERTURBÉE PAR LE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE CONSÉCUTIF À L'EFFET DE SERRE.

L'océan est une énorme machine thermique qui se réchauffe et se refroidit très lentement. Ainsi, il peut stocker une quantité de chaleur environ mille fois supérieure à celle de l'atmosphère, qu'il lui restitue sur des périodes plus ou moins longues.

Les courants marins redistribuent l'énergie thermique absorbée, grâce à la circulation océanique engendrée par les vents de surface, la rotation de la Terre et certaines propriétés de l'océan, telles que la température et la salinité.

En surface, les masses d'eaux chaudes transportent la chaleur accumulée sous les tropiques vers les pôles. C'est le cas du Gulf Stream. Mais on observe aussi en profondeur des courants froids qui font le trajet inverse.

À la manière d'un tapis roulant, cette circulation globale contribue à redistribuer de la chaleur à l'échelle de la planète, tout en maintenant des échanges permanents avec l'atmosphère.



Éclairage

UN RÉSERVOIR À CHALEUR

La capacité de l'océan à stocker la chaleur est bien plus efficace que celles des continents et de l'atmosphère.

L'excédent de chaleur résultant de l'augmentation de la concentration atmosphérique des gaz à effets de serre (2) est absorbé à 93 % par l'océan. Ce qui atténue l'élévation de la température dans l'atmosphère.

Mais l'absorption de ce surplus de chaleur induit forcément un léger réchauffement des eaux marines qui est sensible au moins jusqu'à 700 mètres de profondeur. Il atteint désormais les régions polaires et se propage vers l'ensemble des bassins océaniques, ce qui n'est pas sans conséquences sur les propriétés et la dynamique de l'océan, sur les échanges avec l'atmosphère et les écosystèmes marins.

Et même si les émissions de gaz à effet de serre (2) s'interrompaient aujourd'hui, les effets liés au réchauffement de l'océan se poursuivraient encore pendant des décennies.

(1) Formé par les cinq océans de la planète qui communiquent entre eux : Atlantique, Pacifique, Indien, Arctique et Austral.

(2) Les principaux gaz sont le dioxyde de carbone ou CO_2 (combustibles fossiles, déforestation), qui est le plus important en quantité ; le méthane (élevages, marais...) ; le protoxyde d'azote (engrais, agriculture…) ; les hydrocarbures halogénés d'origine industriel (gaz réfrigérants, aérosols) et la vapeur d'eau, responsable des trois-quarts de l'effet de serre total. http://www.fnh.org/francais/faq/effet_serre/gaz.htm

EFFET DE SERRE ET ALBÉDO

Ce que l'on appelle effet de serre est un phénomène naturel et important dans la régulation du climat sur Terre. Sans lui, la température moyenne serait de –18°C au lieu de +15°C, et la vie n'existerait peut-être pas.

Les gaz qui en sont responsables sont naturellement peu abondants dans l'atmosphère, principalement vapeur d'eau, gaz carbonique et méthane.

Mais du fait du développement de l'activité humaine depuis le XIXe siècle, la concentration de ces gaz à effet de serre s'est considérablement accrue dans l'atmosphère : celle du gaz carbonique de 40%, celle du méthane de plus de 150%.

Le principe de l'effet de serre est simple, tous les milieux ne réfléchissent pas la lumière de la même façon : les étendues de neige renvoient 80% de l'énergie solaire ; le Sahara, 35% ; les forêts tempérées, 12% ; les forêts sombres (résineux), 5% et les océans, entre 5 et 10%. Cette quantité de rayonnement solaire réfléchie par la surface terrestre est appelée albédo ou facteur de réflexion. Cette énergie réfléchie se heurte au bouclier gazeux qui réémet de l'énergie vers la Terre, entraînant une hausse de la température, les espèces vivantes étant en quelque sorte placées sous serre.

Si l'on veut prédire l'évolution de l'effet de serre et de ses conséquences, l'utilisation de modèles est indispensable. Cependant, l'importance des rétroactions (positives ou négatives), la physique des nuages et de nombreux autres paramètres rendent difficile la modélisation des phénomènes en relation avec le climat.

Sources : Site Plateforme Océan & Climat - *ocean-climate.org, et site du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Comprendre-le-changement-.html*

« À moins que des mesures concrètes et efficaces soient mises en œuvre urgemment pour lutter contre les changements climatiques, il sera impossible d'atteindre l'objectif d'assurer que les températures n'augmentent pas plus de 2°C au niveau mondial. »

Ban Ki-moon, ancien Secrétaire général des Nations Unies

Ph. Fotolia-corbis_fancy

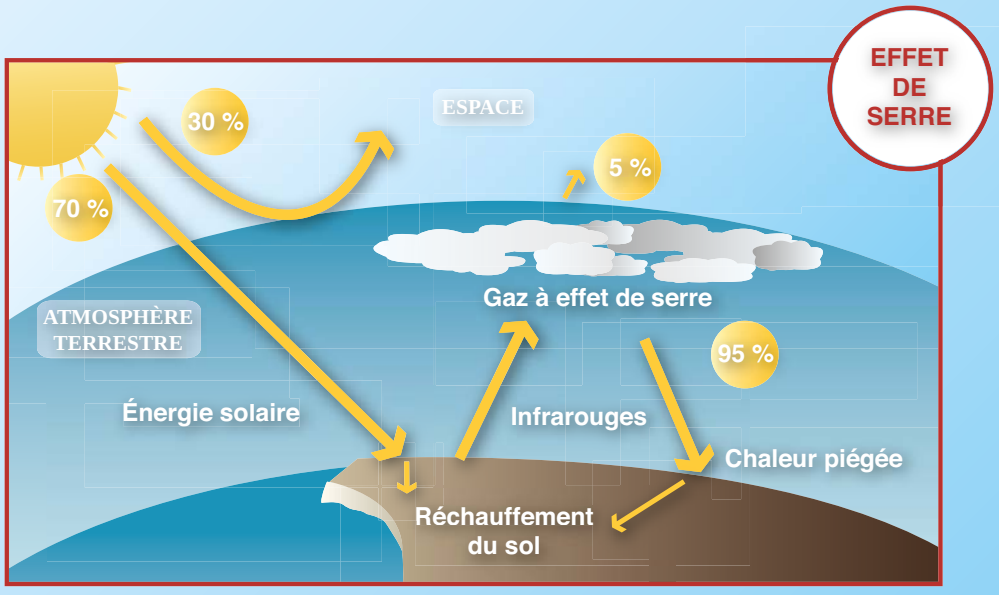
Ph. Fotolia-INFINITY

Ph. Fotolia-rob245

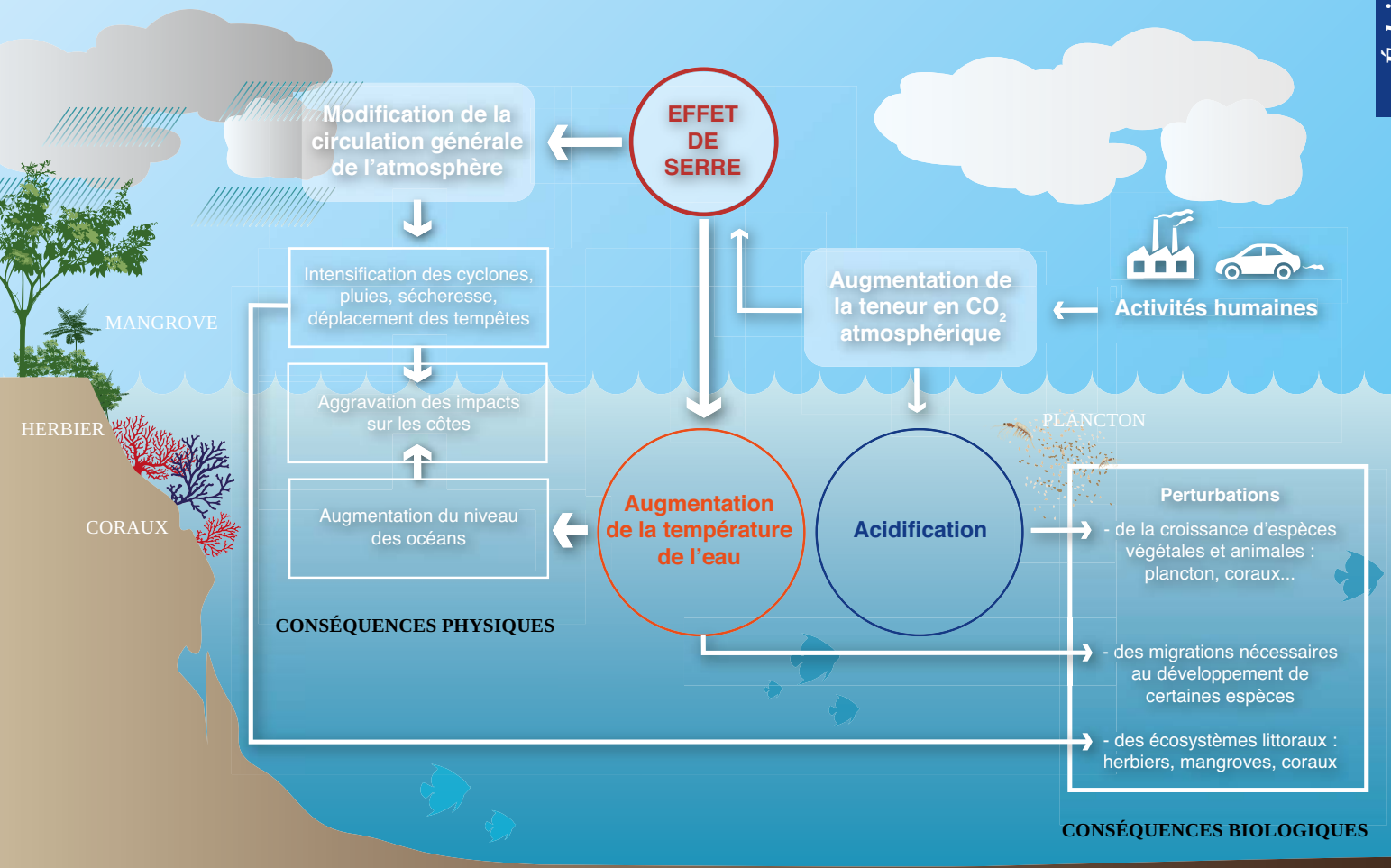
La quantité de gaz carbonique atmosphérique ne cesse d'augmenter et ne peut pas être compensée par les pompes à carbone que sont l'océan et la forêt. Sans réaction à l'échelle mondiale, le déséquilibre va se creuser sous l'effet d'une déforestation croissante (quelque 13 millions d'hectares annuels) et d'une consommation accélérée d'énergie fossile au travers de l'activité humaine : industries, transports…

Conséquences de l'augmentation

DE L'EFFET DE SERRE ET DU GAZ CARBONIQUE ATMOSPHÉRIQUE



On estime seulement à 70 % la quantité d'énergie solaire qui atteint la surface terrestre. Celle-ci est en partie réfléchie sous forme d'infrarouges. Mais au lieu de se disperser pour une grande part dans l'espace, ce rayonnement se heurte à une sorte de bouclier formé par les gaz à effet de serre émis par l'homme [2]. Cette chaleur piégée est réémise vers la Terre, augmentant ainsi la température au sol.



D'après les fiches Plateforme Océan & Climat - *ocean-climate.org*

L'OCÉAN ACIDIFICATION EN COURS

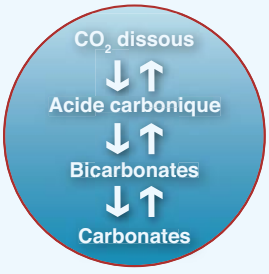
LE GAZ CARBONIQUE (CO_2) - NATURELLEMENT PRÉSENT DANS L'ATMOSPHÈRE (0,035 %) -, EST PRODUIT PAR LES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES, LA RESPIRATION DES PLANTES, DES ANIMAUX ET DES HOMMES, LES INCENDIES… S'Y AJOUTENT LES ACTIVITÉS HUMAINES UTILISANT LES ÉNERGIES FOSSILES : TRANSPORTS, CHAUFFAGE, INDUSTRIES, AGRICULTURE…, QUI SONT RESPONSABLES D'UN ACCROISSEMENT RÉGULIER DU TAUX DE CE GAZ.

Depuis 1750, la concentration en gaz carbonique (CO_2) augmente régulièrement dans l'atmosphère, passant de 280 ppmv (part par million en volume) avant l'ère industrielle à 363,71 ppmv en 1997, lors du Protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, pour aboutir à 400 ppmv en 2013. Cette augmentation de CO_2 ne cesse de s'accélérer depuis le milieu des années 1960. Entre 2006 et 2013, elle atteignait en moyenne la valeur de 2,26 ppmv par année. Environ un tiers du gaz carbonique produit par l'activité humaine est absorbé par l'océan. Lorsque sa concentration augmente dans l'air, elle s'élève aussi dans l'eau, en fonction de sa température et de la pression atmosphérique. Ce phénomène de dissolution forme spontanément de l'acide carbonique et se traduit par une tendance à l'acidification des océans.

Source : Site Plateforme *Océan & Climat* - ocean-climate.org
En savoir + : http://www.planetoscope.com/co2/261-emissions-mondiales-de-co2-dans-l-atmosphere.html
http://i2i.stanford.edu/AcidOcean/AcidOcean_Fr.htm
http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate2616.html

UNE CONSTRUCTION DU VIVANT

Une augmentation d'acide carbonique est à l'origine de changements dans les équilibres chimiques de l'eau de mer. Il en résulte un accroissement d'ions hydrogènes (H+), responsables de l'acidification [1], ce qui modifie le sens de la réaction chimique conduisant aux carbonates [2], éléments essentiels nécessaires aux végétaux et aux animaux marins pour élaborer leur squelette ou leur coquille : coraux, moules, huîtres [3]…



Le gaz carbonique se combine à l'eau pour donner de l'acide carbonique qui se transforme en bicarbonates et carbonates, aboutissant à un équilibre chimique entre ces trois constituants. Les carbonates s'associent au calcium pour former du calcaire qui précipite vers le fond des océans où il finit par former de la roche sédimentaire (pompe physique du carbone).

Ce processus d'acidification de l'océan est un changement majeur qui est en cours : le pH [1] a subi une diminution de 0,1 unité en quelque 200 ans, et certains modèles statistiques prévoient une baisse plus importante : 0,3 unité d'ici à 2100, si les rejets de CO_2 dans l'atmosphère ne sont pas réduits.

On ne connaît pas bien encore les effets de l'acidification de l'océan, et surtout sur ses composants à coquille calcaire : coccolithophorides *(voir photo)*, ptéropodes, foraminifères, algues corallines, coraux, coquillages… Son interaction avec d'autres modifications environnementales reste aussi mal connue. Toute la biodiversité et les réseaux trophiques risquent d'être perturbés.

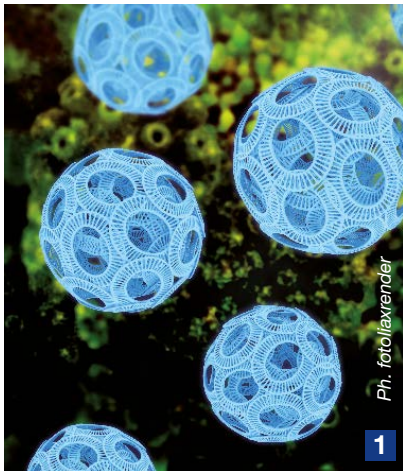
(1) L'acidification est la diminution du pH, qui est l'unité de mesure de l'acidité d'un liquide sur une échelle de 1 à 14, la neutralité correspondant à 7. Un milieu devient acide au-dessous et alcalin au-dessus de cette valeur. Le pH de l'eau de mer est légèrement alcalin et varie entre 7,5 et 8,3 selon le lieu. Actuellement, on considère que le pH moyen des océans est de 8,2. Celui-ci pourrait évoluer progressivement vers le bas si la concentration en CO_2 continue d'augmenter. L'acidification est un processus en cours, mais l'océan ne deviendra pas pour autant un milieu acide.

(2) www.us-ocb.org / www.epoca-project.eu - FAQ sur l'acidification des océans. Ocean Carbon & Biogeochemistry (mars 2010).

(3) Les squelettes de ces organismes vivants représentent une pompe biologique qui séquestre le carbone sous forme de carbonate de calcium. Ces squelettes finiront par sédimenter sur le fond.

Ph. Fotolia-S. Chayko

Les récifs de coraux des Maldives (océan Indien) subissent les effets du changement climatique. Leur blanchissement menace tourisme et pêcheries.



Ph. fotoliaxrender

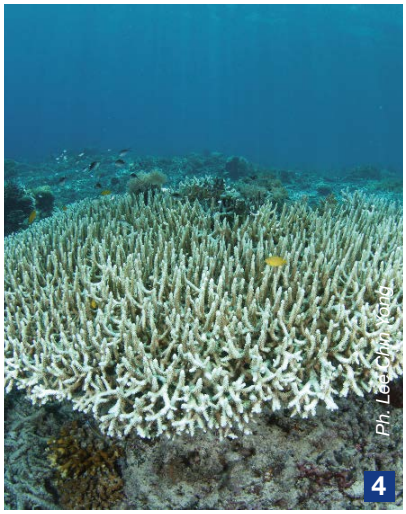
1

Ph. nikitos77

2

Ph. j. bernard

3



Ph. Lee Chin Yong

4

VICTIMES ET TÉMOINS

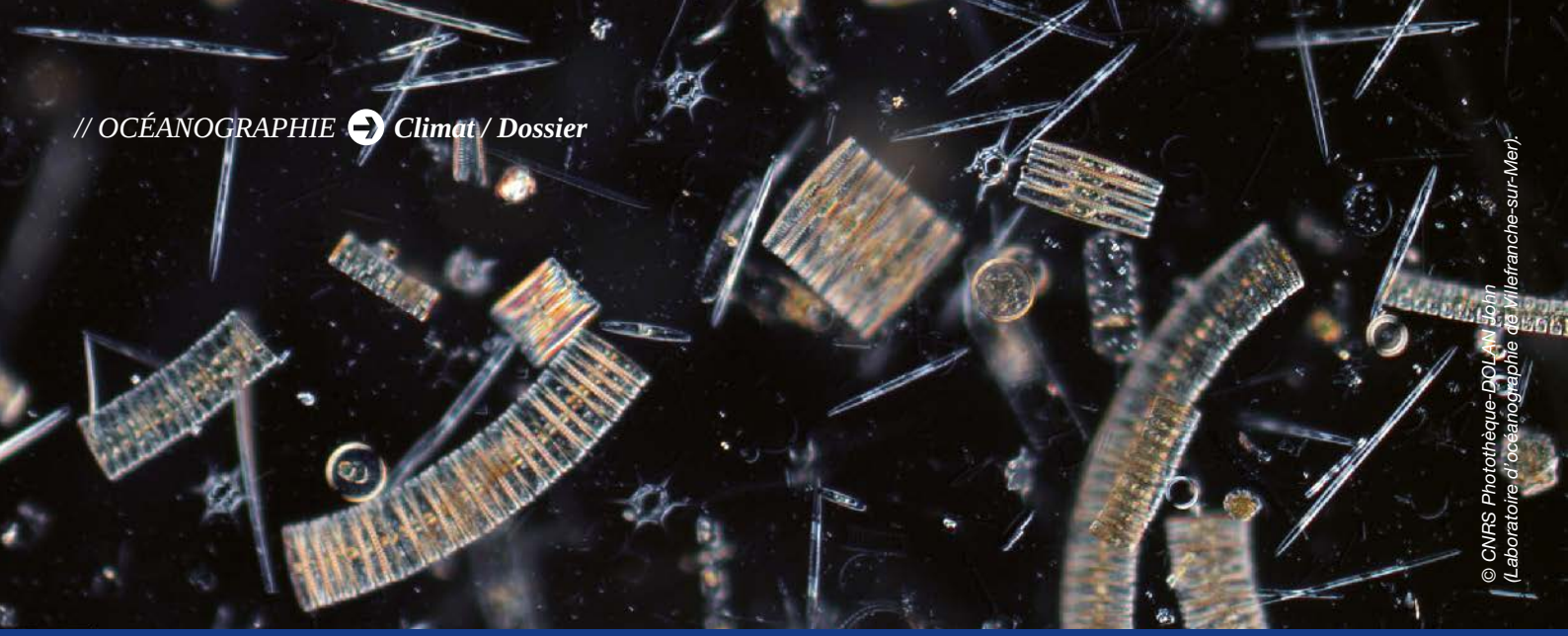
L'acidification des océans provoque des effets néfastes sur les organismes à squelette ou coquille calcaire.

1 Les coccolithophoridés sont des microalgues calcaires (imagerie en 3D). Une étude a montré que la sécrétion du squelette calcaire diminue quand les eaux marines deviennent plus « acides ». Elle a permis aussi d'observer au large du Chili, dans les eaux les plus « acides » de l'océan actuel (pH de 7,6 à 7,9), des coccolithes très calcifiés, contrairement à la tendance générale. La capacité d'adaptation de ce groupe reste encore inconnue (source : insu.cnrs.fr).

2 La calcification de la moule comestible, Mytilus edulis et de l'huître, Crassostrea gigas diminue de manière linéaire avec l'augmentation du CO_2 et la diminution du pH (source : insu.cnrs.fr).

3 Les bénitiers géants vivent en milieu récifal. L'étude de la composition chimique et de la croissance de leur coquille fournit des informations sur les variations de l'environnement sur plusieurs années (source : monoil.ird.fr)

4 Le blanchissement des coraux est un phénomène de stress provoqué par une hausse des températures océaniques au-delà de 30°C, pouvant entraîner la mort de l'animal (source : cnrs.fr). Avec l'acidification des océans, les coraux auront aussi de plus en plus de mal à édifier leur squelette calcaire.



© CNRS Photothèque-DOLAN John
(Laboratoire d'océanographie de Villefranche-sur-Mer)

L'OCÉAN POMPE À CARBONE ET PRODUCTEUR D'OXYGÈNE

Diatomées marines récoltées dans la mer d'Amundsen (océan Austral), au large de l'Antarctique. Les diatomées sont des algues unicellulaires photosynthétiques, à squelette siliceux. Elles font partie du phytoplancton et participe au pompage du carbone.

Éclairage

L'OCÉAN CONCOURT D'UNE MANIÈRE IMPORTANTE À LA RÉGULATION DU CLIMAT ET AU MAINTIEN DE LA VIE. LE PLANCTON VÉGÉTAL UTILISE LE GAZ CARBONIQUE DE L'ATMOSPHÈRE POUR PRODUIRE PLUS DE LA MOITIÉ DE L'OXYGÈNE DE L'AIR QUE NOUS RESPIRONS.

Un monde invisible à l'œil nu prolifère sous la surface : le plancton. Composé de milliers d'espèces d'algues et d'animaux plus ou moins microscopiques en suspension dans l'eau, qui dérivent au gré des courants, il représente plus de 95 % de la biomasse marine. Sa diversité est remarquable : virus, bactéries, microalgues, larves d'invertébrés (oursins, crustacés, mollusques), petits crustacés pélagiques, méduses, larves de poissons…

Le phytoplancton est un élément clé du cycle du carbone. Il est omniprésent dans la couche superficielle éclairée de l'océan et se comporte comme toutes les plantes vertes, c'est-à-dire qu'il utilise l'énergie du soleil pour réaliser la photosynthèse.

Ce processus biologique est destiné à emmagasiner de l'énergie sous forme de glucide (sucre). Il se caractérise par une absorption de gaz carbonique et un dégagement d'oxygène. La finalité est de constituer de la matière organique, ce que l'on appelle la production primaire. C'est le premier maillon de la chaîne alimentaire marine, à partir duquel d'autres organismes non assujettis à la photosynthèse peuvent se nourrir.

La biodiversité planctonique est vitale pour l'activité des pêcheries. Elle constitue aussi l'un des enjeux majeurs pour la régulation du climat mondial.

Ph. Fotolia-R. Carey

Ph. Fotolia-H. Damke

Les plantes marines, comme les Posidonies en Méditerranée (à gauche) et les grandes laminaires (à droite) vivent à faible profondeur, là où pénètre la lumière du soleil. De la même façon que le phytoplancton, elles utilisent cette énergie pour réaliser la photosynthèse qui favorise l'absorption du CO_2.

OCÉAN, LE MAÎTRE DU CLIMAT

2/ Le changement climatique, ses effets sur l'océan, ses habitants et le littoral

"Actuellement, la montée des eaux est en moyenne d'un peu plus de 1,7 millimètre par an !"

Ph. Fotolia-J. Will

La fonte de la banquise a des répercussions sur la survie des ours polaires, en quête de nourriture.

➜ LES SPÉCIALISTES PARLENT AUJOURD'HUI DE CHANGEMENT CLIMATIQUE. QUELLE DIFFÉRENCE AVEC LE CHANGEMENT GLOBAL ?

Le changement climatique est l'un des aspects du changement global.

En effet, le changement global est à mes yeux beaucoup plus général. C'est un sujet d'étude qui touche le monde entier. Il englobe du point de vue scientifique l'ensemble des disciplines et au plan politique toutes les conséquences qui peuvent en découler à l'échelle de la planète, qu'elles soient économiques, sociales ou environnementales.
Nos propos n'abordent que le changement climatique. Néanmoins, n'oublions pas que, *in fine*, le changement global est en cause.

➜ QUELLES VONT-ÊTRE LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, EN PARTICULIER LE RÉCHAUFFEMENT DE L'OCÉAN, SUR LES HABITANTS ET LE LITTORAL ?

Avec l'augmentation de la température de l'océan, la fonte des glaces polaires s'accélère, en particulier de l'Arctique et du Groenland.[3] Cet apport massif d'eau douce va amplifier l'élévation du niveau des mers qui est déjà effective avec la dilatation des océans due à l'accroissement de la température.

Plus généralement, on peut dire que l'espèce humaine, et le vivant en général, ont déjà connu de telles variations du niveau des mers.

En France, nous avons observé ce phénomène au cours des vingt derniers siècles. Certains secteurs littoraux proches de la mer s'en sont éloignés. Dans d'autres cas, comme celui de Xynthia [4], des dommages irréparables ont été causés suite à une montée des eaux plus importante sous l'effet de cette tempête.

Le Sud-Est, avec la Camargue, par exemple, ainsi que tous les départements d'Outre-Mer vont être affectés.

La question est de savoir comment nous allons gérer les espaces qui, potentiellement, vont être impactés.

La responsabilité de l'espèce humaine est centrale dans cette affaire : nous avons bétonné le littoral et, de ce fait, les zones humides qui apparaissaient comme des tampons naturels n'existent pratiquement plus. Ainsi, nous introduisons des éléments artificiels qui entraînent une disparition du savoir-faire que nous avions accumulé pour gérer les espaces. Et nous sommes encore incapables de modéliser l'avenir à cet égard.

>>

Ph. Fotolia-natureimmortal

Ph. Fotolia-P. Devianne

La Camargue présente une topographie qui la rend très vulnérable aux crues du Rhône, car ce territoire est très proche du niveau de la mer Méditerranée, avec un point culminant à environ trois mètres d'altitude. En dépit des multiples ouvrages de défense (ici, digue des Salins-de-Giraud), elle est menacée de disparaître avec la montée des eaux due au réchauffement climatique.

Ph. Fotolia-dvalkyne

Forêt saccagée par une forte tempête. Est-ce le signe perceptible du réchauffement climatique ? Il faut demeurer très prudent à cet égard.

Ph. Fotolia-Qz Comunicación

Le littoral bétonné de la Costa del sol (Espagne).

>>

➔ DONC, NOUS VIVIONS EN BONNE INTELLIGENCE AVEC LE LITTORAL, ET NOUS AVONS PERDU CETTE BONNE RELATION, CETTE COMPRÉHENSION NATURELLE…

Tout à fait, car nous vivions dans un espace que nous occupions à la mesure de l'équilibre naturel, même si je n'apprécie pas ce terme puisqu'il est toujours instable concernant le vivant…

➔ QUEL EST VOTRE SENTIMENT À L'ÉGARD DES RÉFUGIÉS CLIMATIQUES COMME CEUX DE L'ATOLL DE TUVALU DANS L'OCÉAN PACIFIQUE ?

Évidemment, il va de soi que les îles vont être sérieusement impactées par l'élévation du niveau des mers.

Je pense qu'il faut prendre en compte ce problème et essayer d'anticiper par rapport aux potentialités qui peuvent survenir.

Un ensemble de pays, les îliens, est extrêmement porté sur cette question, et pousse au niveau des Nations Unies pour qu'il y ait des programmes spécifiques à cette problématique *(voir* Tuvalu : les nouveaux réfugiés climatiques, *ndlr)*.

➔ UN VRAI ÉLAN DE SOLIDARITÉ À L'ÉCHELLE DE LA PLANÈTE ?

Oui, exactement.

>>

(3) D'après les principaux organismes scientifiques, via l'Organisation météorologique mondiale (OMM), les régions arctiques connaissent un réchauffement environ deux fois plus rapide que la moyenne mondiale.

(4) Cet épisode de vents violents a frappé l'ouest de la France dans la nuit du 27 au 28 février 2010, faisant une cinquantaine de morts, dont 29 à la Faute-sur-Mer (Vendée), à la suite de la submersion d'une digue.

TUVALU
LES NOUVEAUX RÉFUGIÉS CLIMATIQUES

Tuvalu est un archipel indépendant depuis 1978 situé dans le sud-ouest de l'océan Pacifique, à un millier de kilomètres au nord des îles Fidji. Il est particulièrement affecté par la montée des eaux.

Ph. Alofa Tuvalu

Composé de neuf atolls, Tuvalu compte 26 km² et 11 636 habitants ; son climat maritime chaud est caractérisé par une température constante entre 26 et 32° C, une forte humidité et d'abondantes précipitations.

La montée du niveau de l'océan a des conséquences extrêmement graves pour l'archipel, dont l'altitude dépasse rarement les trois mètres : les inondations causées par les hautes marées, les tempêtes et les cyclones sont plus importantes et plus fréquentes, les sols se gorgent de sel, entraînant la destruction de la végétation (cocotiers, mangroves) et empêchant toute activité agricole.

Au cours de l'année 2007, le niveau de l'eau a augmenté de 5,6 mm dans l'atoll de Funafuti, soit le double par rapport à la moyenne communiquée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. (1)

Le même phénomène se produit dans d'autres petites îles du Pacifique.

Cette situation irrémédiable induite par le changement climatique a des incidences économiques et alimentaires. Déjà, un millier d'habitants ont fait le choix de quitter leur terre natale pour migrer vers les îles Fidji, la Nouvelle-Zélande ou la Polynésie française. La plupart d'entre eux repoussent l'échéance, craignant de perdre leur forte identité.

(1) Selon le 5e Rapport du GIEC, la hausse moyenne du niveau des mers était de 1,7 mm/an, entre 1901 et 2010. Mais le phénomène s'accélère.

Depuis l'an 2000, l'archipel de Tuvalu est submergé lors des marées hautes. L'association franco-tuvaluenne Alofa Tuvalu (« Aimer Tuvalu ») est née en 2004 de la volonté de sauvegarder la première nation menacée de submersion en raison des changements climatiques. Elle multiplie les actions de sensibilisation en s'appuyant notamment sur le film : *Nuages au paradis*, qui expose la situation de plus en plus difficile des insulaires. http://alofatuvalu.tv

Ph. Davidarfonjones/Wikipedia

L'île de Fongafale est située dans l'est de l'atoll de Funafuti, Tuvalu. Elle mesure douze kilomètres de longueur pour seulement 10 à 400 mètres de largeur.

UNE PERTE DE BIODIVERSITÉ MARINE

LES DÉRÈGLEMENTS CLIMATIQUES ONT DES CONSÉQUENCES DIRECTES SUR LES ESPÈCES MARINES EN MODIFIANT LEUR HABITAT, LEUR BIOLOGIE ET LES COMMUNAUTÉS AUXQUELLES ELLES APPARTIENNENT. CE QUI ABOUTIT FINALEMENT À UNE FRAGILISATION DE L'ÉCOSYSTÈME OCÉANIQUE.

La hausse des températures de l'eau de mer induit des comportements différents selon les espèces : certaines s'adaptent aux variations ; d'autres migrent vers les pôles ou vers des régions plus favorables à leurs exigences de développement ; d'autres encore disparaissent comme certains coraux déjà affectés par l'acidification, la pollution, la pêche…

L'acidification de l'océan impacte directement les organismes marins à squelette ou coque calcaire : phytoplancton, crustacés, mollusques, coraux…

Des événements climatiques exceptionnels (tempêtes, typhons…) appauvrissent les milieux naturels par l'érosion et les inondations, par exemple. Ils altèrent les conditions de la vie marine en zone littorale : mangroves, herbiers…

L'ensemble de ces facteurs liés au changement climatique provoque une perte de biodiversité car :

- ils amenuisent les ressources alimentaires des populations humaines, principalement celles des pays émergents, sachant que le poisson est la base en protéine animale pour un milliard de personnes sur la planète ;
- ils appauvrissent les ressources en gènes et, par voie de conséquence, en molécules potentiellement précieuses pour la recherche médicale et l'industrie.

Ces multiples altérations cumulées sur les écosystèmes marins renforcent la vulnérabilité de l'océan face au changement climatique, sans qu'elles soient suffisamment prises en compte.

Ph. Fotolia-Rawpixel

Pêche sur échasses, une coutume du Sri Lanka. Les pêcheurs partent à la nage deux fois par jour pour se percher sur des poteaux de deux mètres, situés jusqu'à 20 mètres du rivage.

Ph. Fotolia-ge

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) prédit que le changement climatique aura un impact profond sur la pêche et l'aquaculture, avec des conséquences importantes sur la sécurité alimentaire pour certaines populations.

OCÉAN, LE MAÎTRE DU CLIMAT

3/ Les solutions issues de l'océan pour contribuer à lutter contre le changement climatique

Vue partielle du Parc national marin de Zakynthos (Grèce). Créé en 1999, il intègre des aires de ponte de la tortue Caouanne, Caretta caretta. *Cette protection tient compte des composantes terrestres et marines de la zone côtière en vue d'une gestion durable.*

➜ L'OCÉAN PEUT-IL PERMETTRE DE LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, VOIRE OFFRIR DES SOLUTIONS DE DÉVELOPPEMENT, DE MODES DE VIE PLUS DURABLES ET ACCEPTABLES POUR LA PLANÈTE ?

Indépendamment des problèmes qui restent à identifier concernant le carbone ou la manière de gérer le littoral, je pense que l'océan peut contribuer au maintien d'une biodiversité optimale, afin de conserver la capacité des écosystèmes à réguler les changements climatiques. Ce qui nécessite la création d'un réseau d'aires marines protégées (AMP), et leur développement en haute mer [(5)] dans un cadre juridique approprié.

Une gestion raisonnée des ressources alimentaires marines, notamment de la pêche, constitue une autre nécessité.

L'exploitation d'énergies marines renouvelables (éolienne offshore, hydroliennes, sortes d'éoliennes subaquatiques ; énergie de la houle ou des vagues…) peut amener à réduire les émissions de gaz polluants dans l'atmosphère qui sont directement rattachées aux dérèglements du climat.

Je pense aussi que pour l'avenir, c'est-à-dire à l'échelle d'un demi-siècle, nous avons pris conscience de la finitude de notre espace de vie sociale.

S'il reste quelque chose à faire et à prendre en compte dans la définition d'une autre et prochaine société, c'est l'océan. C'est un espace nouveau que nous n'avons pas encore investi socialement.

Je ne dis pas qu'il faudra le faire, mais en tout cas voilà de quoi imaginer une autre société.

>>

(5) Les six aires marines protégées en haute mer totalisent une surface de 285 000 km², le long et de part et d'autre de la dorsale médio-atlantique. C'est un vrai réseau écologique qui a été mis en place en 2010 par la commission OSPAR (source et en savoir + : aires-marines.fr).

> *« S'il reste quelque chose à faire et à prendre en compte dans la définition d'une autre et prochaine société, c'est l'océan »*

>>

➜ NOUS N'AVONS PAS DE DEUXIÈME PLANÈTE, MAIS L'OCÉAN PEUT NOUS OFFRIR UNE DEUXIÈME CHANCE, EN QUELQUE SORTE…

Absolument.

➜ JUSTEMENT, POUR METTRE EN VALEUR LE LIEN INDISSOCIABLE ENTRE OCÉAN ET CLIMAT, UNE PLATEFORME EST PORTÉE PAR L'UNESCO. QU'ATTENDEZ-VOUS DE CETTE ACTION, ET PLUS LARGEMENT DE LA CONFÉRENCE MONDIALE SUR LE CLIMAT ?

La Plateforme *Océan & Climat* se décline en trois domaines d'action très importants :

- le premier, c'est de faire admettre que l'océan est une dimension à prendre en compte par tous les êtres humains de cette planète ;

- le deuxième, c'est de voir ce que la connaissance peut apporter dans cette optique pour appréhender les relations océan-climat qui restent pour l'instant observables, je dirai, d'un point de vue statistique et non mécanistique ;

- enfin, c'est de déclencher auprès des dirigeants politiques une prise de conscience générale, de manière à ce que nous ayons les éléments de langage permettant de négocier et de faire reconnaître l'océan au niveau international des Nations Unies.

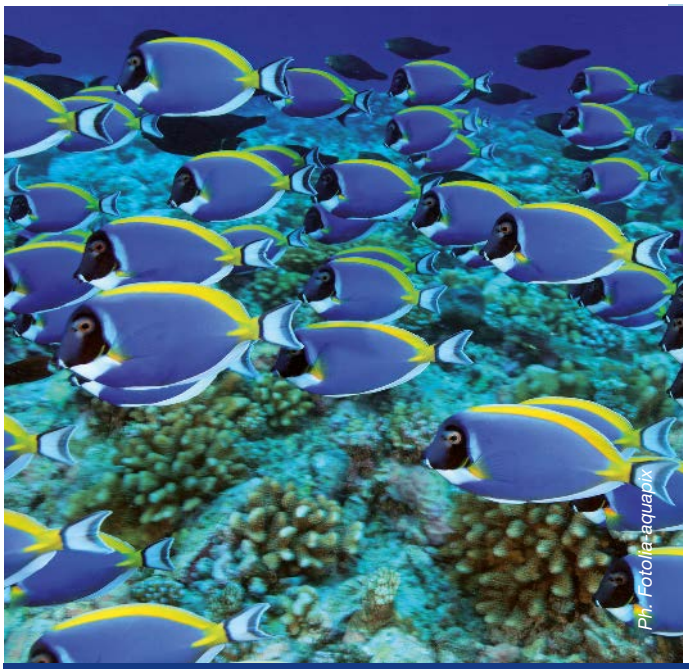
➜ POUR CONCLURE CET ENTRETIEN, QUEL VŒU FERIEZ-VOUS POUR PROLONGER L'AVENTURE DE LA COP21 ?

Ce que je vais dire est osé. Il y a eu un long chemin pour créer l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) qui est devenu le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC).

Un autre chemin a été nécessaire pour obtenir l'*Intergovernemental Plateform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES), à savoir la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.

Je pense qu'il faudrait doter l'océan de l'équivalent de ces organismes internationaux, ce qui permettrait d'avoir une tribune à l'échelon international et planétaire. ■

Dossier réalisé par Christian Frasson-Botton et Alain Riva



Lutter contre les effets du changement climatique, c'est préserver la biodiversité (ici, une nuée de poissons chirurgiens, Acanthurus leucosternon*), lutter contre la surexploitation des ressources vivantes, développer des énergies renouvelables.*

« Nous vivons aujourd'hui un moment enthousiasmant dans l'histoire de l'humanité, car nous devons réinventer le monde, c'est-à-dire penser en dehors de nos repères habituels. Et nous, communauté des océans, croyons qu'une part importante de la solution viendra de la mer. »

Françoise Gaill

Ph. Fotolia-carloscastilla

PORTER LA VOIX DE L'OCÉAN

La Plateforme *Océan & Climat* avait comme objectif principal d'intégrer l'océan dans le champ des négociations climatiques à la Conférence mondiale sur le Climat (COP 21) [1]. Elle regroupe de grandes ONG, des organismes de recherche, de protection de la nature et de sensibilisation du public, parmi lesquels l'Institut océanographique Paul Ricard. En 2015, Catherine Chabaud en était l'ambassadrice, Françoise Gaill, la coordonatrice scientifique.

(1) Paris, 30 novembre au 11 décembre 2015.

LES MEMBRES FONDATEURS

Agence française des aires marines protégées ; Association Innovations Bleues ; CNRS ; Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature ; Green Cross France et Territoires ; Fondation Prince Albert II de Monaco ; Institut océanographique - Fondation Albert Ier Prince de Monaco ; Institut du développement durable et relations internationales ; Institut de l'écologie et environnement ; Institut océanographique Paul Ricard ; NASF ; Nausicaá-Centre national de la mer ; The Pew Charitable Trusts ; Réseau MEDPAN ; Réseau océan mondial ; Surfrider Foundation Europe ; Tara Expéditions ; COI-UNESCO.

Ph. C.F.-B

Françoise Gaill, coordinatrice du comité scientifique de la Plateforme Océan & Climat *(à gauche) et Patricia Ricard, présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard présentent les Fiches scientifiques* Océan & Climat *destinées à informer et à sensibiliser le public.*

www.ocean-climate.org

Ph. Fotolia-Artketype

La Méditerranée se réchauffe

La Méditerranée, cette « mer au milieu des terres », est souvent qualifiée de hot spot du changement climatique.

« DEPUIS UNE QUINZAINE D'ANNÉES, L'HYPOTHÈSE SELON LAQUELLE LES EAUX DE LA MÉDITERRANÉE SERAIENT EN COURS DE RÉCHAUFFEMENT A ÉTÉ ÉTAYÉE PAR UNE SÉRIE D'OBSERVATIONS PHYSIQUES ET ÉCOLOGIQUES…
L'ENSEMBLE DES RÉSULTATS DISPONIBLES CONFIRME L'HYPOTHÈSE D'UN RÉCHAUFFEMENT DES EAUX CÔTIÈRES DE MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE PROBABLEMENT PLUS RAPIDE AUJOURD'HUI QU'IL Y A QUELQUES DÉCENNIES ».

Cette réflexion du Pr. Lucien Laubier [(1)] datant de 2003 est confortée par celle de la CIESM [(2)], en 2008, mais bien des incertitudes demeurent quant à l'évolution des peuplements marins face à l'augmentation du gaz carbonique (CO_2), de l'acidification des eaux et de la température.

DES MICROBES AUX POISSONS…

La contribution de l'Institut océanographique Paul Ricard

GAZ CARBONIQUE DANS L'ATMOSPHÈRE ET PHYTOPLANCTON

Dès le début des années 1990, l'Institut océanographique Paul Ricard a consacré plusieurs programmes de recherche à la problématique du changement climatique. L'un d'eux portait sur l'évaluation de la réponse du phytoplancton marin à un doublement de la concentration en CO_2 atmosphérique qui, selon les prévisions envisagées dans le 1er Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), devrait survenir vers 2100.

Rappelons que par suite de processus physiques, chimiques et biologiques, l'océan occupe une place importante dans la

régulation du taux de CO_2 atmosphérique, car il agit entre autres comme pompe par absorption de ce gaz.

Des questions restent en suspens :
- quelle est la contribution relative des processus physiques et biologiques dans le pompage selon les conditions environnementales, telles que la quantité de sels nutritifs, les saisons… ;
- comment le carbone absorbé va-t-il se répartir dans l'eau de mer et se stocker dans les organismes vivants ;
- quelle est la réponse du phytoplancton marin en termes de pompage, de régulation, de sélection éventuelle d'espèces…?
Des éléments de réponse ont été apportés par les scientifiques de l'Institut, grâce à un dispositif expérimental original, appelé mésocosme *(photos ci-dessous)*.

Les mésocosmes sont des bassins fermés alimentés en continu par de l'eau de mer et de l'air enrichi ou non en gaz carbonique. Leur principe novateur a été recommandé, par la suite, pour ce type d'expériences.

Quatre campagnes mensuelles de mesures ont été réalisées entre 1993 et 1995. Elles ont permis de suivre l'évolution des communautés planctoniques et des composants chimiques de l'eau : carbone, azote, phosphore. (3)
Les mesures effectuées montrent l'importance respective des processus physiques et biologiques dans le pompage du gaz carbonique atmosphérique.

Ainsi, la pompe physique qui est le processus de diffusion et de dissolution de ce gaz dans l'eau de mer, joue un rôle primordial ; la pompe biologique qui est, elle, le processus d'absorption et de captation du CO_2 par le plancton végétal, entretient le phénomène et en augmente les effets (voir en p. 12).

Les résultats issus de ces essais ont également permis l'élaboration d'un modèle mathématique de la dynamique des composants chimiques et biologiques de ces écosystèmes expérimentaux. Cette étape est utile à la compréhension des phénomènes naturels et constitue un support nécessaire pour aborder des études prospectives.

BACTÉRIES ET MORTALITÉ DES GORGONES

D'une façon ponctuelle, l'Institut océanographique Paul Ricard s'est intéressé à la mortalité des gorgones, lors d'un évènement catastrophique survenu à la fin de l'été 1999.

Des côtes varoises jusqu'aux Bouches-du-Rhône, mais aussi dans le golfe de Gênes, elles présentaient des nécroses détruisant en partie leurs tissus. Dans les secteurs concernés, d'autres invertébrés fixés sur les fonds, tels que mollusques, violets, éponges, soit une trentaine d'espèces identifiées, ont également été affectés (4).

Ces phénomènes répertoriés en Méditerranée occidentale à partir de 1983, suggèrent l'hypothèse d'un effet du changement climatique eu égard à la sensibilité des gorgones aux températures estivales élevées (5).

En 1999, une anomalie thermique a duré d'août à octobre, avec des valeurs comprises entre 22 et 24°C, jusqu'à 30 mètres de profondeur.

Si l'on a pu facilement écarter l'hypothèse d'une pollution chimique, la température était-elle la seule cause de mortalité ?

Des essais au laboratoire ont montré que des bactéries du genre Vibrio, isolées à partir de tissus en décomposition, étaient capables de déclencher rapidement une nécrose *in vitro*, alors que d'autres types de bactéries prélevées dans les mêmes conditions en étaient incapables.

>>

(1) Laubier et al, *2003*, Mar. Life, *vol.13.*

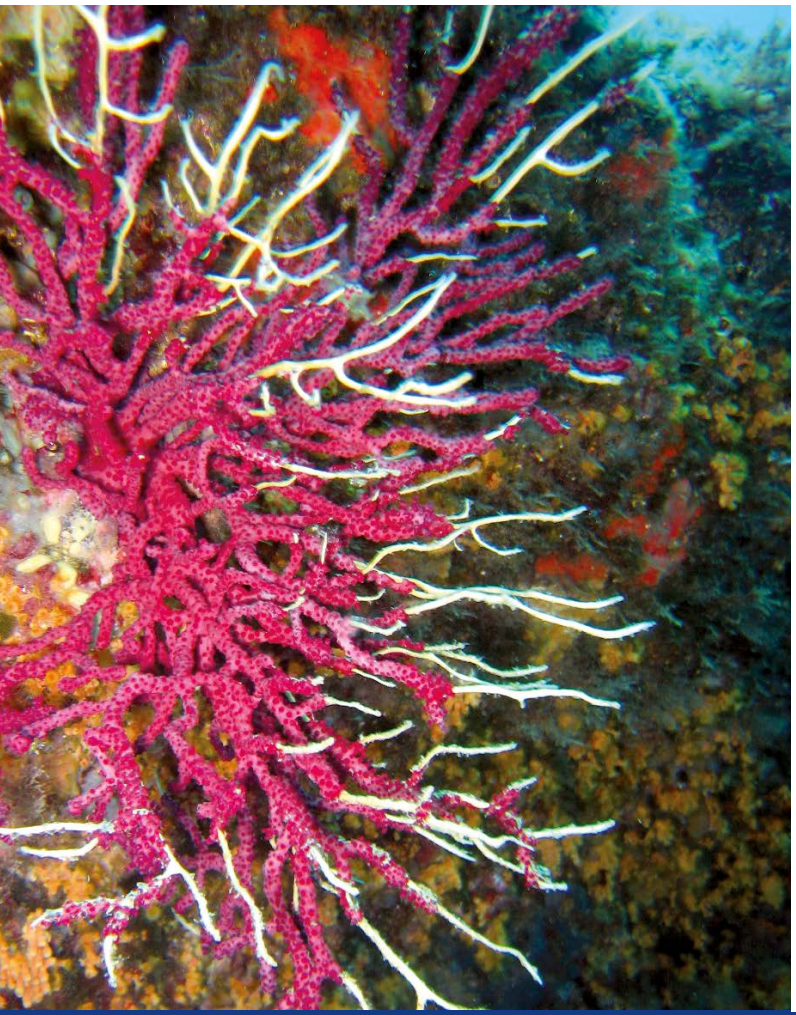
(2) Workshop n°35, 2008 : « Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota. »

(3) Cette étude, initiée par Elf Aquitaine sur le site des Embiez (Var), a été prolongée par le projet DOREMI regroupant autour des travaux de l'Institut océanographique Paul Ricard une quinzaine de chercheurs de différents laboratoires : Centre d'océanologie de Marseille, Laboratoire Arago, Station zoologique de Villefranche-sur-Mer, Université de Perpignan…

(4) Océanorama *n°31, 2001 (téléchargeable sur www.institut-paul-ricard.org).*

(5) Océanorama *n°24, 1995 (téléchargeable sur www.institut-paul-ricard.org).*

La gorgone rouge, Paramuricea clavata*, peut atteindre un mètre d'envergure.*
Elle est constituée d'une colonie de petits animaux - les polypes -, qui mesurent environ 7 à 9 millimètres.



Ph. P. Lelong

Évolution des nécroses chez la gorgone rouge. Si les zones touchées sont très importantes, la colonie peut mourir.

>>

Ces nécroses expérimentales induites par ces Vibrios n'apparaissent qu'à partir de 22°C, ce qui confirme le rôle déclencheur de la température.

Alors, s'agit-il d'une augmentation de la virulence du microbe à ces températures ou d'une diminution de la résistance de l'hôte, qui favorisent la prolifération de vibrions opportunistes, responsables des nécroses ? La question reste toujours posée.

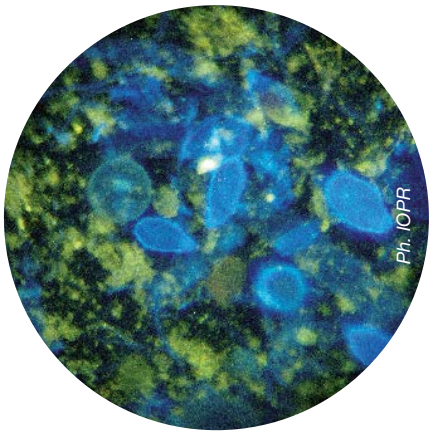
PROLIFÉRATION DE MICROALGUES TOXIQUES

L'élévation de la température des eaux méditerranéennes amène d'autres perturbations dans le milieu marin.

En Méditerranée, les efflorescences d'espèces phytoplanctoniques ou proliférations algales n'avaient jamais posé de problèmes sur les plages. Ce n'est plus le cas depuis une quinzaine d'années, avec la présence d'une algue microscopique tropicale du genre Ostreopsis [6], notamment à Marseille et Toulon, qui est fortement liée aux températures estivales élevées.

L'espèce concernée, *Ostreopsis ovata*, s'installe sur le fond à la surface foliaire d'autres végétaux. En présence de conditions favorables, elle se multiplie abondamment et donne lieu à des proliférations importantes.

Les effets sanitaires engendrés par la présence d'Ostreopsis se manifestent après inhalation d'aérosols marins et consistent essentiellement en des phénomènes irritatifs et plus rarement en des difficultés respiratoires. À ce jour, aucune intoxication par voie alimentaire n'a été décrite en Europe.



Algues microscopiques tropicales toxiques, Ostreopsis ovata, *posées sur le fond.*

Mérou brun, Epinephelus marginatus *(en haut, ci-dessus), et badèche,* Epinephelus costae (ci-dessus). *La pêche sous-marine et de loisir à l'hameçon de ces deux poissons est interdite en Méditerranée française.*

Une « Demoiselle » aux couleurs chatoyantes, originaire des côtes orientales : la girelle paon, Thalassoma pavo.

L'algue d'origine tropicale, Caulerpa taxifolia, *a été introduite accidentellement, en 1984, en Méditerranée où elle est devenue envahissante.*

>>

Depuis 2010, l'Institut contribue à la compréhension et au suivi de ces phénomènes à travers différents programmes : évaluation du risque phytoplanctonique des eaux de baignade de la Ville de Marseille [7] ; étude des micro-organismes et du plancton gélatineux en Méditerranée nord-occidentale ; conséquences écologiques et sanitaires [8] ; étude et suivi biologique d'une petite calanque marseillaise : Podestat [9].

DES POISSONS QUI SE DÉPLACENT

L'augmentation de la température des eaux méditerranéennes, aujourd'hui avérée et mesurée, a des conséquences sur les peuplements animaux et végétaux, notamment sur leur répartition géographique ou leur cycle de vie.

Des animaux qualifiés de thermophiles préféraient les eaux plus chaudes du sud de la Méditerranée, mais le réchauffement général des eaux leur permet de conquérir de nouveaux territoires situés plus au nord.

La girelle paon, *Thalassoma pavo (photo p. 23)*, abondante dans le bassin oriental et dans le sud du bassin occidental a été vue pour la première fois en Corse en 1988. Puis elle a gagné les régions septentrionales où elle s'est intégrée aux peuplements locaux.

De même, il est maintenant habituel de croiser en plongée des barracudas, *Sphyraena viridensis*, et des sars tambours, *Diplodus cervinus*.

Le mérou brun *Epinephelus marginatus (photo p. 23)*, n'est pas une espèce nouvelle dans le nord de la Méditerranée. Mais, Il y a encore quelques décennies, seuls des individus de grande taille y étaient observables. Les spécialistes présumaient que les poissons n'avaient pas grandi sur place mais provenaient de régions méridionales plus chaudes.

Puis, on a commencé à voir progressivement des mérous plus jeunes, d'un à deux ans dans le nord de la Méditerranée.

En 1991, un « bébé » d'un centimètre et demi était confié à l'Institut. C'était le premier témoin d'une reproduction dans le nord du bassin occidental, confirmée par l'observation de parades nuptiales sur les côtes catalanes espagnoles.

Désormais, on constate que le mérou brun accomplit tout son cycle de vie sur le littoral provençal. D'autres espèces comme le mérou gris, *Epinephelus caninus*, la badèche, *Epinephelus costae (photo p. 23)*, et le mérou royal, *Mycteroperca rubra*, semblent suivre le même chemin.

Cette augmentation de l'abondance d'espèces thermophiles en Méditerranée nord-occidentale s'accompagne de la réduction, voire de la disparition d'autres organismes à affinité plus froide.

QUE RETENIR DE CES OBSERVATIONS ET RECHERCHES ?

• Des confirmations quant aux effets résultant d'une élévation de température. Elle :
- affecte certains organismes ou en privilégie d'autres ;
- conduit à des proliférations de micro-organismes ;
- favorise l'extension vers le nord de l'aire de répartition ou de reproduction de certains poissons.

• Des précisions quant à la réponse du phytoplancton à un doublement de gaz carbonique atmosphérique :
- sur les plans qualitatif et quantitatif ;
- sur son efficacité dans la fixation du CO_2 et la stabilité du pH ;

Toutes ces précisions ont abouti à la mise au point d'un modèle de simulation de la dynamique des communautés permettant de tester différentes situations.

• Des interrogations quant à la possibilité d'apparition d'agents pathogènes émergents, liée en partie à l'augmentation de la température, qui sont capables d'affecter les populations animales, les organismes d'intérêt économique (fruits de mer, poissons), voire les populations humaines.

L'ensemble de ces programmes, passés ou toujours en cours, montre la forte implication de l'Institut océanographique Paul Ricard dans la problématique du changement climatique. ■

Dr Yvan Martin
Directeur de la Recherche
de l'Institut océanographique Paul Ricard (1995 - 2012)

(6) Le genre Ostreopsis *appartient au groupe des dinoflagellés réputé pour produire des toxines. Dans les deux types de souches isolées en Méditerranée* (O. cf. siamensis et O. ovata)*, on trouve la présence de palytoxines qui figurent, avec les ciguatoxines, parmi les poisons naturels les plus toxiques connus.*

*(7) La réglementation impose aujourd'hui la prise en compte du « risque phytoplanctonique ». L'Institut a été sollicité par la Lyonnaise des Eaux pour réaliser une étude dans le cadre des plages marseillaises en 2010. Il s'agissait d'évaluer le potentiel de prolifération du phytoplancton, et plus particulièrement d'*Ostreopsis.

(8) Pour le compte du ministère de l'Écologie et du Développement durable, 14 plages, de la rade de Toulon à la baie du Brusc, ont été échantillonnées de juin à septembre 2011.

(9) Depuis 2012, les efflorescences phytoplanctoniques sont suivies dans la calanque de Podestat, cœur du Parc national des Calanques, lors de cinq campagnes de mesures annuelles.

Ph. A. Rosenfeld

PROGRAMMES DE RECHERCHE 2015

Littoral État de santé

Petits fonds rocheux du littoral de l'île des Embiez (Var), au sud-est de la pointe du Coucoussa.

LES PLONGEURS SCIENTIFIQUES DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD S'EMPLOIENT À RECUEILLIR DES DONNÉES SUR CERTAINES ESPÈCES SENSIBLES DE MÉDITERRANÉE. L'OBJECTIF ? ÉTABLIR L'ÉTAT DES LIEUX D'UN ESPACE MARIN D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE ET ÉCONOMIQUE, MIEUX COMPRENDRE SON FONCTIONNEMENT POUR FOURNIR DES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION AUX ACTEURS LOCAUX.

La frange côtière, en particulier l'étage infralittoral est la zone la plus altérée par l'activité humaine. Or, c'est là que se concentrent 80 % de la biodiversité marine.

Constatée en plusieurs sites, la diminution de cette diversité biologique mérite une attention particulière en raison de ses conséquences éventuelles sur l'écosystème et les pratiques qui en dépendent : tourisme, pêche, plongée sous-marine…

Pour sa part, l'Institut océanographique Paul Ricard réalise des suivis écologiques du milieu marin, qui témoignent de son implication pour la gestion des zones côtières, mais aussi dans l'évaluation des modifications éventuelles liées aux changements locaux : pollutions, restructuration des rivages, tourisme…, ou globaux : changement climatique, présence d'espèces invasives.

Les scientifiques concentrent leurs efforts sur l'étude de différents composants représentatifs de la biodiversité :
- des ressources vivantes d'intérêt économique : les poissons de l'Ouest toulonnais et l'oursin comestible, *Paracentrotus lividus*. Pour ces deux programmes, l'Institut est maître d'ouvrage dans le cadre du Contrat de baie n° 2 de la rade de Toulon [(1)] ;
- une espèce protégée : la grande nacre de Méditerranée, *Pinna nobilis* ;
- des indicateurs biologiques dans la calanque de Podestat.

À long terme, les analyses comparées pourraient permettre de délimiter les éléments d'un modèle prévisionnel pour une meilleure gestion du patrimoine naturel, voire sa restauration.

Jean-Luc Bonnefont
Directeur de la Recherche,
Institut océanographique Paul Ricard

(1) En savoir + : http://radetoulon.contratdebaie.org

Ph. P. Lejong

Banc de sars à tête noire, Diplodus vulgaris.

RESSOURCES VIVANTES

POISSONS DE L'OUEST TOULONNAIS

PROGRAMMES DE RECHERCHE 2015

LE PROGRAMME DE RECHERCHE IchTO [2] DRESSE UN INVENTAIRE DE LA FAUNE ICHTYOLOGIQUE - LES POISSONS - DE L'OUEST TOULONNAIS. SITUÉ ENTRE LES PARCS NATIONAUX DE PORT-CROS ET DES CALANQUES, CET ESPACE MARIN PRÉSENTE D'IMPORTANTS ENJEUX DE CONSERVATION DU PATRIMOINE NATUREL, NOTAMMENT POUR LA PÊCHE PROFESSIONNELLE.

À ce jour, aucun inventaire de cette nature n'a été réalisé sur ce territoire. L'objectif est de déterminer :
- les caractéristiques qualitatives et quantitatives des populations de poissons. À cet effet, les différentes espèces sont recensées, et la taille des individus estimée en comptage visuel par les plongeurs ;
- les variations de l'ensemble des populations, liées à la saison et au lieu étudié.

Deux campagnes de comptage de poissons ont lieu chaque année, au printemps et une à l'automne sur sept sites répartis dans une zone comprise entre le cap Sicié et l'archipel des Embiez, d'est en ouest.

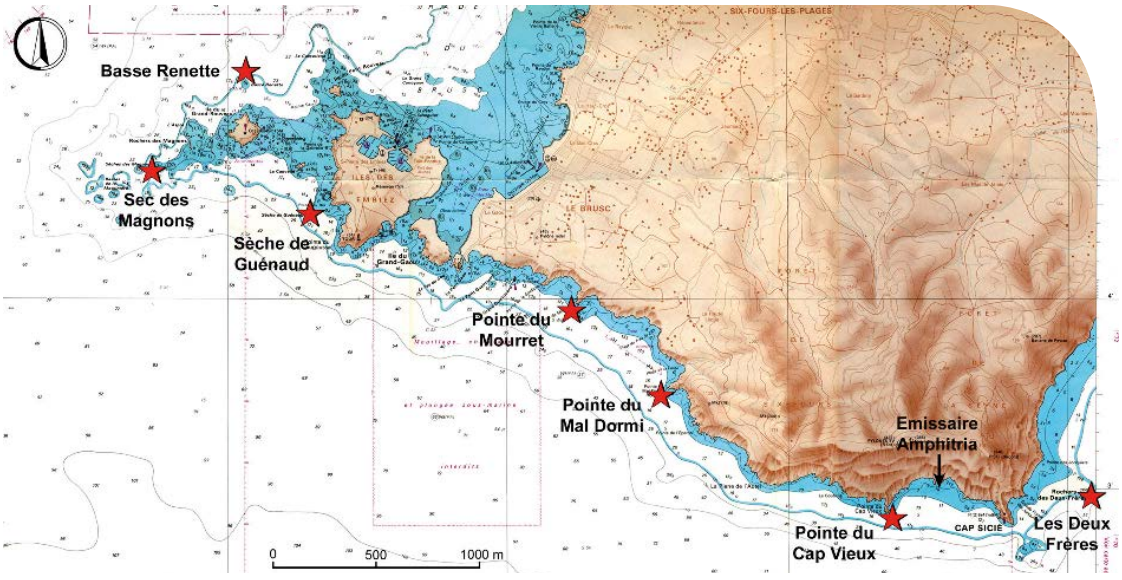
Les résultats pourront fournir des informations essentielles aux gestionnaires et servir de références pour le suivi du milieu marin face aux actuels changements globaux.

Patrick Lelong, responsable du programme : *« La zone étudiée présente différentes situations environnementales ou d'usage qui influencent les peuplements de poissons.*

Des plongées d'observation effectuées en 2012 et 2013, il ressort que :
- la population de poissons est plus diversifiée et plus équilibrée dans un environnement varié qui offre de multiples possibilités trophiques et d'habitats ;
- la pollution par un rejet d'effluents domestiques, celui de la ville de Toulon, au cap Sicié, a profondément modifié les habitats, et les populations de poissons se distinguent des autres sites étudiés : effets directs de la pollution ou effets de l'environnement particulier de cette station ? Telle est la question ;
- la pêche, essentiellement de loisir, a une grande influence sur l'assemblage des populations, notamment par son action sélective sur certaines espèces cibles, comme la girelle. »

(2) Avec le soutien de Toulon Provence Méditerranée (TPM), du département du Var, du Conseil régional PACA et de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Source : Rapport de l'Institut océanographique Paul Ricard : *Inventaire de la faune ichtyologique des fonds marins de l'Ouest toulonnais - État initial* (mai 2013).



Sites de comptage de poissons : à proximité de la côte et à moins de 20 mètres de profondeur.

RESSOURCES VIVANTES

OURSIN COMESTIBLE

PROGRAMMES DE RECHERCHE 2015

L'OURSIN COMESTIBLE, *PARACENTROTUS LIVIDUS*, EST EXPLOITÉ SUR L'ENSEMBLE DE LA CÔTE MÉDITERRANÉENNE FRANÇAISE. MALGRÉ LA RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR, LES PÊCHEURS PROFESSIONNELS DU VAR CONSTATENT UN DÉCLIN DES POPULATIONS DEPUIS QUELQUES ANNÉES.

Il est donc apparu nécessaire d'approfondir la connaissance sur les peuplements de cette espèce pour réajuster les moyens de gestion en vue d'une exploitation durable.
L'Institut océanographique Paul Ricard développe un programme en ce sens, et les réflexions des scientifiques sur les méthodes d'évaluation démographique des oursins comestibles ont débouché sur la mise en place d'un protocole simple, rapide et reproductible : *« Il est possible de réaliser des comptages sur de nombreux sites en peu de temps,* explique Sylvain Couvray, ingénieur d'études. *L'objectif est de mettre en évidence des tendances d'évolution des populations sur le long terme. »*

FRAGILITÉ DES POPULATIONS

L'étude a été conduite sur huit sites de l'aire toulonnaise choisis en accord avec les pêcheurs professionnels (oursiniers). Pour le responsable de l'étude, *« les données recueillies lors de six campagnes de comptage sur trois années ne permettent pas de dégager des tendances évolutives mais de faire le constat de la fragilité des communautés d'oursins comestibles au vu des faibles densités observées sur la plupart des sites. Seule l'acquisition de données à long terme permettra d'apprécier l'évolution des populations de cette zone. »*

D'ores et déjà, ce programme constitue un bon outil de veille pour les gestionnaires d'une ressource vivante très intéressante au plan économique.

LÂCHERS EXPÉRIMENTAUX

L'Institut océanographique Paul Ricard conduit d'autres travaux [(3)] sur l'oursin comestible, en particulier des lâchers expérimentaux de juvéniles produits dans son écloserie.

La finalité n'est pas d'approvisionner massivement en petits oursins des sites dépeuplés, mais d'évaluer la faisabilité et les risques d'opérations de repeuplement.
Malgré la réussite de ces lâchers, il n'est pas clairement montré que ce genre d'actions puisse augmenter significativement et rapidement les stocks de pêche comme l'espèrent les professionnels.

La demande en oursins étant toujours croissante, la voie de l'aquaculture, qui est étudiée par les chercheurs des Embiez, apparaît comme une alternative sur le littoral méditerranéen.

(3) Avec le soutien de Toulon Provence Méditerranée (TPM), du département du Var, et en collaboration avec l'équipe EB2M du Laboratoire PROTÉE, Université du Sud Toulon–Var.

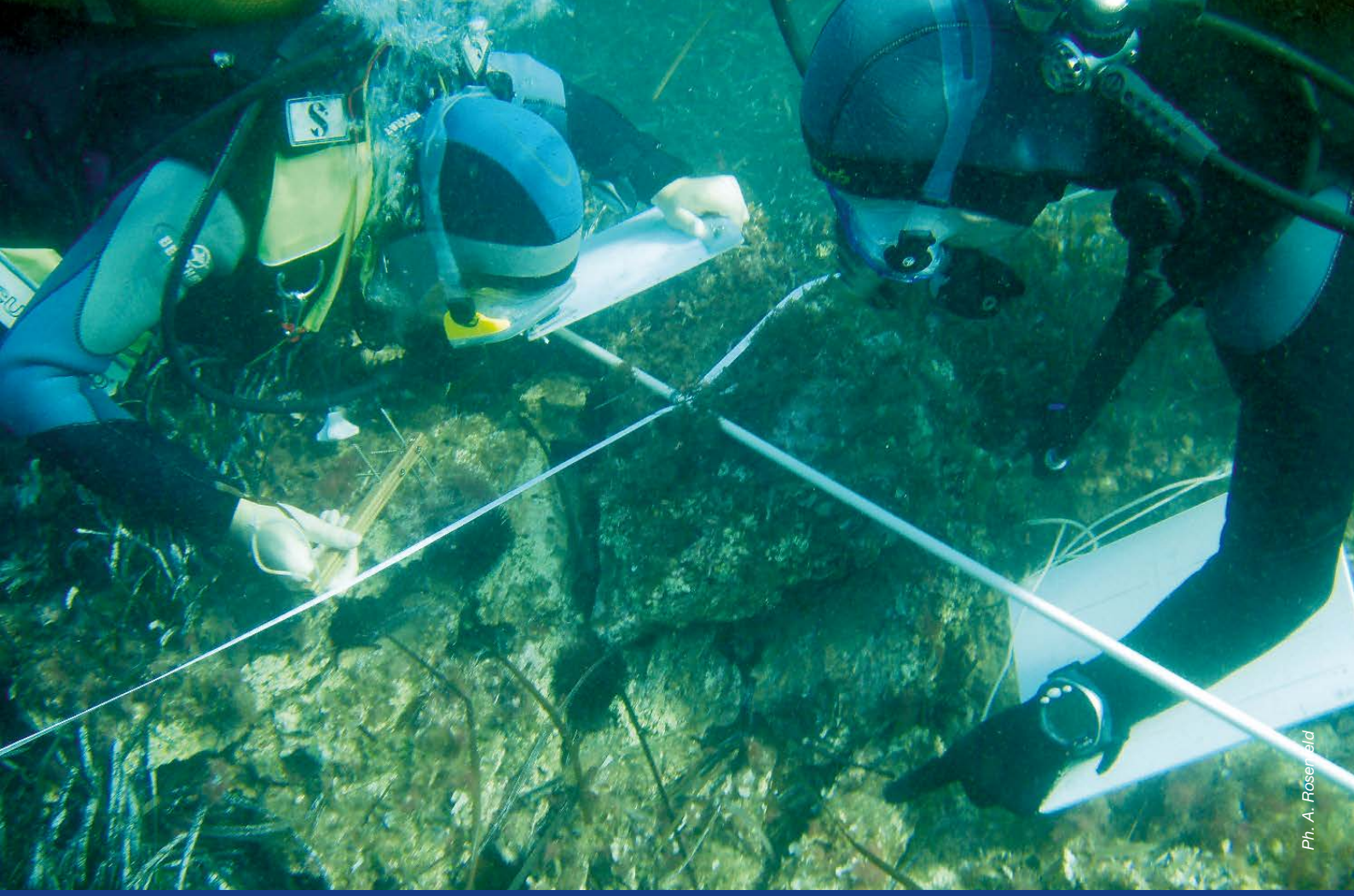
Source : Rapport de l'Institut océanographique Paul Ricard : *Suivi des populations d'oursins comestibles* Paracentrotus lividus *dans l'aire toulonnaise* - Campagnes de 2013.

UNE THÈSE SUR L'OURSIN COMESTIBLE

Une thèse de doctorat en biologie marine a été soutenue avec succès le 11 décembre 2014 par Sylvain Couvray, ingénieur d'études à l'Institut océanographique Paul Ricard.

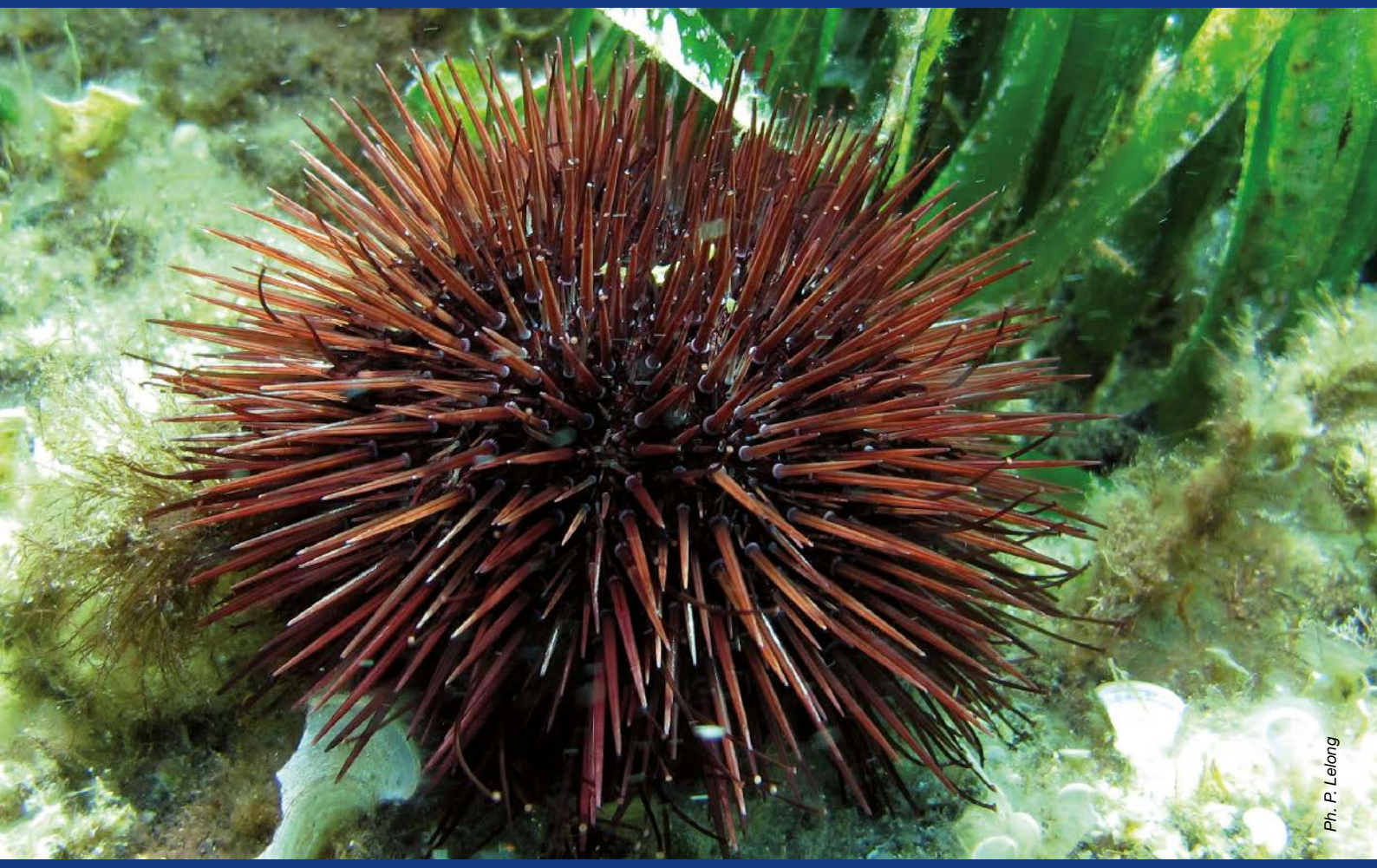
Fruit de cinq ans de travail, elle porte sur les populations d'oursins comestibles de l'aire toulonnaise, la gestion de la ressource et le repeuplement expérimental.

Sylvain Couvray (3e en partant de la gauche), aux côtés des membres de son jury de thèse. De gauche à droite : les Drs J-L. Bonnefont et Y. Martin, les Prs P. Francour et N. Vicente, Dr S. Coupé, Pr. J. Grillasca, Dr D. Aurelle.



Ph. A. Rosenfeld

Comptage visuel d'oursins - Cette méthodologie de comptage s'effectue le long d'un tracé (transect) permanent qui est géolocalisé et matérialisé par des balises de géomètre afin de faciliter son repérage lors d'observations à venir. Le plongeur compte et classe selon leur taille tous les oursins qu'il rencontre : les gros individus (plus de 4 cm) représentent le stock de pêche ; les petits individus (moins de 4 cm) constituent le stock de renouvellement.



Ph. P. Lelong

L'oursin comestible, Paracentrotus lividus, *présente des piquants, assez longs, lisses et épais, qui protègent le test dont la taille se situe entre 4 et 7 cm chez l'adulte. Il vit sur les fonds rocheux, les herbiers de Posidonie et parfois sur le sable, mais toujours à faibles profondeurs où prolifèrent les algues qui constituent sa principale nourriture.*

Ph. N. Vicente

Ph. P. Lelong

Observation et inventaire de grandes nacres dans l'herbier de Posidonie.
Souvent observé entre 5 et 50 m de profondeur, ce mollusque bivalve a grossièrement la forme d'un triangle.
Sa longueur peut atteindre plus d'un mètre et il peut vivre plus de 40 ans.

PROGRAMMES DE RECHERCHE 2015

ESPÈCES PROTÉGÉES

GRANDE NACRE

LA GRANDE NACRE, *PINNA NOBILIS*, EST L'UN DES PLUS GRANDS COQUILLAGES AU MONDE. ENDÉMIQUE DE MÉDITERRANÉE, ELLE VIT ENFONCÉE DANS LE SÉDIMENT SUR ENVIRON LE TIERS DE SA LONGUEUR, LE PLUS SOUVENT DANS L'HERBIER DE POSIDONIE, MAIS ELLE PEUT OCCUPER D'AUTRES HABITATS.

La grande nacre a longtemps été menacée par la régression des prairies sous-marines, les ancres des bateaux brisaient sa coquille, et les plongeurs indélicats, amateurs de trophées, la prélevaient sans ménagement.

Son statut d'espèce protégée au plan européen depuis 1992 a permis d'améliorer sensiblement cette situation.

Jeunes nacres capturées autour de l'île des Embiez (Var). Le suivi de leur croissance est assuré au Centre de recherche de l'Institut. Juvéniles dans l'herbier de Posidonie (photo de droite).

Aujourd'hui, les travaux dirigés par le Pr. Nardo Vicente, responsable scientifique de l'Institut océanographique Paul Ricard [4], portent sur la biologie, l'écologie et la physiologie de cette espèce.

Sa reproduction [5] et son développement embryonnaire sont étudiés au Centre de recherche, sur l'île des Embiez, avec la collaboration du Dr Jose Rafael Garcia March, de l'Université catholique de Valence (Espagne), directeur scientifique de l'IMEDMAR, et de son élève Sergio Trigos qui prépare une thèse de doctorat, en cotutelle avec l'Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE), où Nardo Vicente est professeur émérite.
Des captages de naissain de grande nacre ont lieu dans le milieu naturel. Ils permettent de comprendre le recrutement saisonnier des jeunes individus en divers secteurs.

SUIVIS DES POPULATIONS

Les scientifiques de l'Institut océanographique Paul Ricard assurent des suivis pluriannuels des populations de certaines aires marines protégées :
- en France, dans le Parc national de Port-Cros [6], dans la Réserve naturelle de Scandola (Corse), le Parc marin de la Côte Bleue (Bouches-du-Rhône), le Parc national des Calanques et l'archipel des Embiez (zone *Natura 2000*).

- à l'étranger, en Espagne, à Monaco, en Italie, à Malte, et récemment au Monténégro… Des collaborations scientifiques sont établies avec des laboratoires marins de ces pays.

« Les travaux sur la grande nacre, précise le Pr. Nardo Vicente, *présentent un grand intérêt, car ce coquillage est une véritable sentinelle du littoral méditerranéen. En effet, sa taille et sa durée de vie font de sa coquille un enregistreur de l'évolution des paramètres physiques et chimiques du milieu marin. »*

(4) Avec le soutien de la Caisse d'Épargne Côte d'Azur.

(5) Les phénomènes de la reproduction chez la grande nacre ont été précisés, en 1990, dans la thèse de Béatrice de Gaulejac, alors assistante du Pr. Vicente à l'Université d'Aix-Marseille III.

(6) La dernière nacre du champ relique de la baie de La Palud a été retrouvée morte en 2014. C'est la plus vieille nacre connue et observée à ce jour en Méditerranée, car l'étude de ce champ relique avait été initiée par le commandant Philippe Tailliez en 1969.

Ce grand coquillage méditerranéen a la particularité d'abriter des hôtes commensaux, une petite crevette Pontonia, Pontonia pinnophylax *(à gauche), ou un crabe Pinnothère,* Pinnotheres pisum *(à droite), mais rarement les deux comme sur cette photo.*

INDICATEURS BIOLOGIQUES

CALANQUE DE PODESTAT

PROGRAMMES DE RECHERCHE 2015

SITUÉE DANS LE CŒUR MARIN DU PARC NATIONAL DES CALANQUES, LA CALANQUE DE PODESTAT APPARTIENT AU GROUPE EDF QUI PROJETTE D'EN FAIRE UN LABORATOIRE D'OBSERVATION ET DE PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ MARINE. À CET EFFET, L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD EST CHARGÉ D'ASSURER UN SUIVI SCIENTIFIQUE DE CET ESPACE PROTÉGÉ.

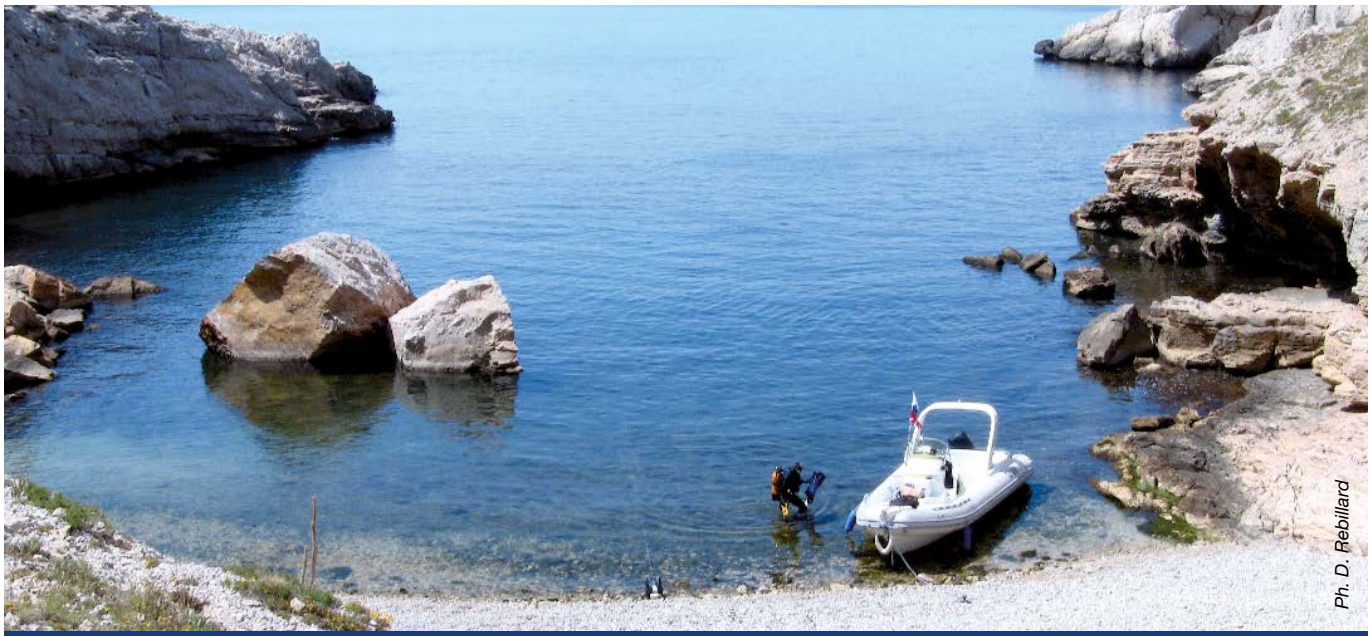
Les plongées d'observation s'étalent sur trois ans avec une mission au printemps et une en automne. Des études complémentaires sont consacrées au suivi microbiologique du milieu marin.

En 2012, les scientifiques ont dressé la cartographie et effectué l'inventaire des habitats, de la faune et de la flore de la calanque.

Cet état initial permettra d'évaluer, avec les données des campagnes suivantes, l'évolution des peuplements en réponse :
- aux changements climatiques globaux méditerranéens,
- aux modifications de la qualité des eaux liées à l'amélioration du traitement des rejets urbains et pluviaux de la station d'épuration voisine [7],
- au nouveau statut de protection de cet espace depuis la récente création du Parc national des Calanques.

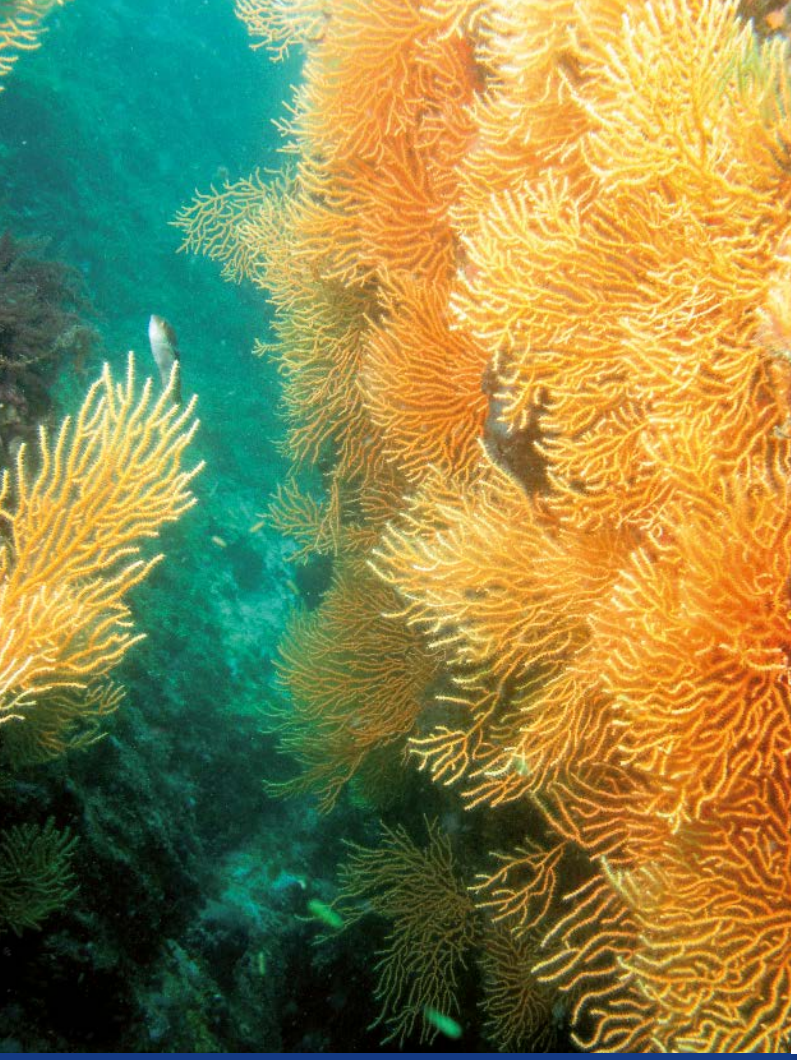
Patrick Lelong, biologiste marin à l'Institut océanographique Paul Ricard : *« Malgré la proximité du rejet de la station d'épuration, l'état écologique de la calanque montre quelques signes encourageants comme la présence d'espèces sensibles aux problèmes de pollution, mais d'autres paramètres confirment son influence.*
Le bilan des campagnes 2012 et 2013 fait état de l'observation de 48 espèces de poissons sur l'ensemble de la calanque, les Labridés, avec la girelle, étant toujours la famille dominante en abondance devant les Sparidés, essentiellement saupes et sars. Le peuplement d'échinodermes est largement représenté par l'oursin comestible.
À noter deux espèces protégées : la grande nacre et la datte de mer, ainsi que deux espèces règlementées chez les poissons : le mérou brun et le corb. »

(7) Il s'agit de l'émissaire de Cortiou qui rejette les eaux usées de l'agglomération marseillaise depuis 1896.

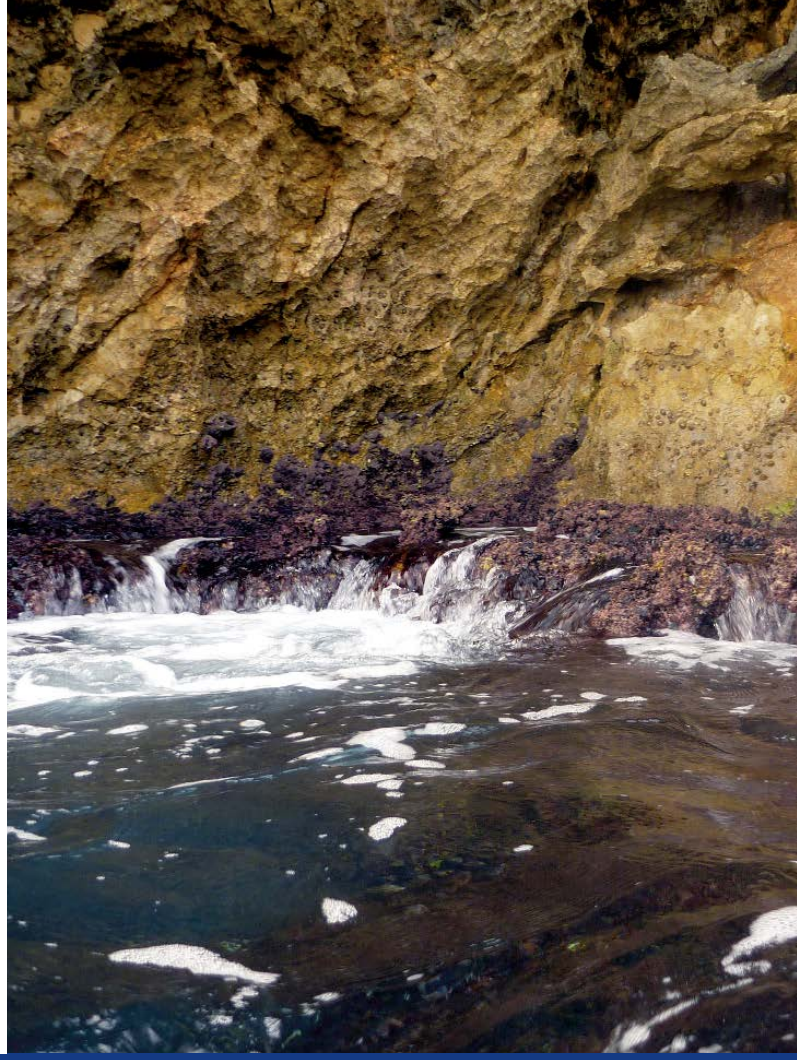


Ph. D. Rebillard

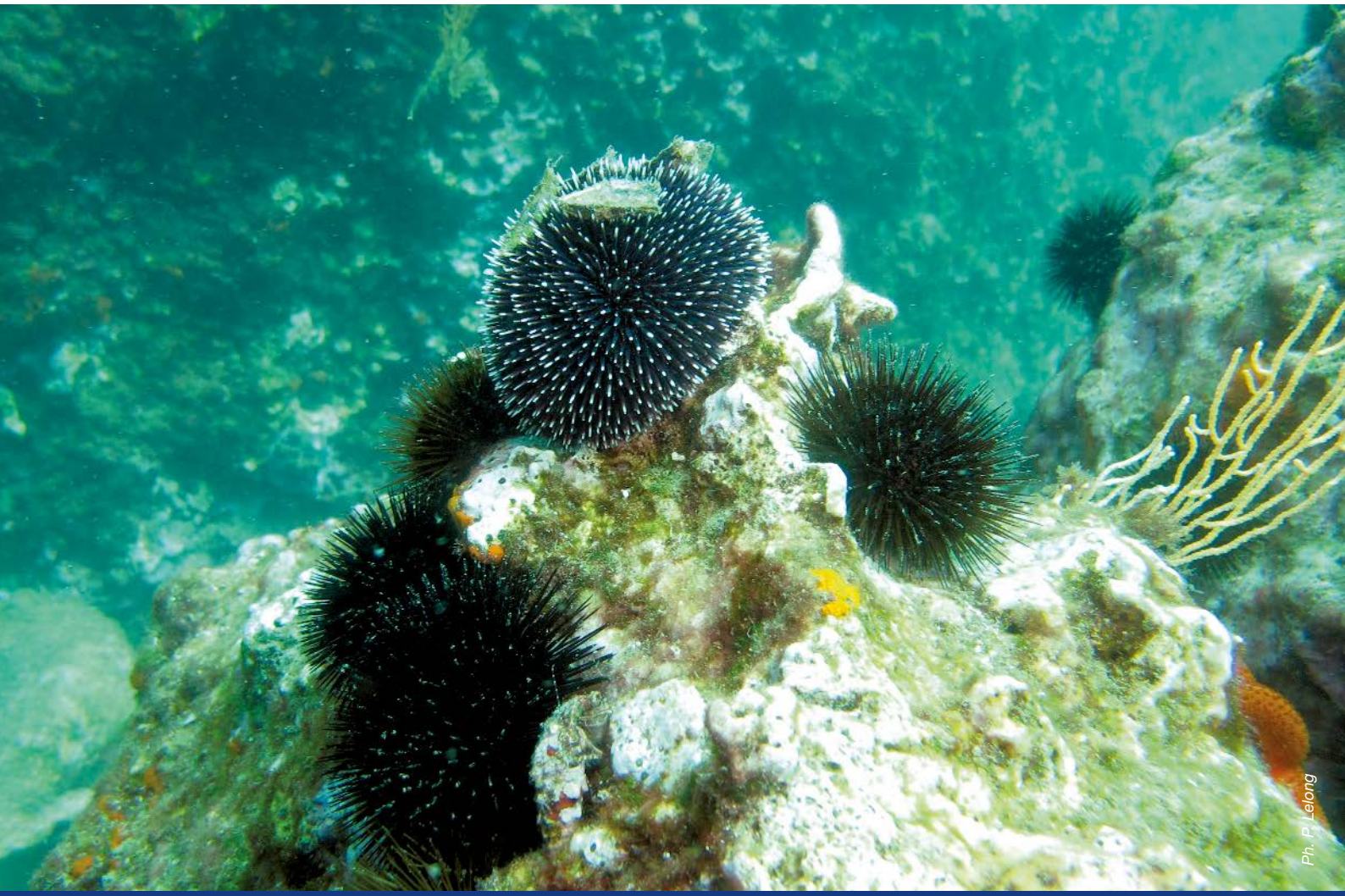
La calanque de Podestat compte 1,26 hectare pour une profondeur de 16 mètres maximum. Les plongeurs scientifiques y effectuent deux missions d'expertise annuelles.



Tombant à gorgones situé à proximité de l'entrée d'une grotte, dans la partie ouest de la calanque.



Trottoir à Littophyllum, algue rouge calcaire dite encroûtante, et caractéristique des côtes rocheuses soumises à l'assaut des vagues.



Ph. P. Lelong

Trois espèces d'oursins de Méditerranée : l'oursin comestible, Paracentrotus lividus, *l'oursin noir,* Arbacia lixula *et, plus gros, l'oursin granuleux,* Sphaerechinus granularis.

« Faire de Marseille...

FOCUS

DIDIER RÉAULT

- **Adjoint à la mer et au littoral de la ville de Marseille**
- **Vice-président délégué aux finances du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône**
- **Président du Conseil d'administration du Parc national des Calanques**

« Je pense que la mer n'est pas seulement une richesse de la nature, mais elle représente un capital pour l'homme.

S'il l'exploite correctement, s'il sait la préserver, la faire fructifier, il peut finalement en tirer des bénéfices aux niveaux économique, social et environnemental, qui doivent pouvoir effectivement se transmettre aux générations futures. »

REPÈRES

1967
Naissance à Poitiers.

1988-1990
IEP Lyon puis IAE Aix-en-Provence.

1991
Chargé d'études au Conseil régional Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

1993
Attaché parlementaire du député Guy Teissier.

2001
Conseiller général du canton de Marseille-Mazargues.

2008
Conseiller municipal délégué à la mer, aux plages, au nautisme et au Parc national des Calanques.

2013
Président du Conseil d'administration du Parc national des Calanques.

2014
Adjoint à la mer, au littoral, au nautisme et aux plages de la ville de Marseille

2015
Vice-président du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône, délégué aux finances, Rapporteur général du budget

...une grande métropole de la mer »

Une vision de la mer pour Marseille

« La politique de la mer et du littoral de la Ville de Marseille a pour cadre de référence le Plan de gestion de la rade de Marseille.

Elle a été lancée en 2010 sur une période de dix ans et comporte un programme d'actions très ciblées sur le littoral, les plages, le nautisme, la plongée ; la préservation et la valorisation des ressources marines ; la sensibilisation du grand public aux bonnes pratiques en mer ; la réduction à la source des pollutions et la lutte contre les inondations.

À noter que le développement de la rade Nord comprend un projet de technopole à vocation scientifique, économique et touristique.

Cet aménagement qui fait actuellement défaut permettra à la future métropole d'accéder à une dimension économique d'envergure tournée vers la mer. »

La Ville de Marseille a créé le Parc maritime des îles du Frioul en 2002. Cet espace de 152 hectares terrestres et de 800 hectares marins, dont la propriété a été récemment transférée au Conservatoire du littoral, est géré conjointement par la Ville de Marseille et le Parc national des Calanques. Les objectifs : valoriser les îles et sensibiliser les usagers au respect de l'environnement.

L'opération Récifs Prado *a permis d'implanter 400 modules artificiels entre 2007 et 2008 dans la baie du Prado, sur 220 hectares et à une trentaine de mètres de profondeur. Plus de 180 espèces ont été recensées en 2011, alors que les fonds marins étaient quasiment déserts avant l'implantation des modules. Au centre du récif (photo), on observe un labre mâle,* Labrus bimaculatus*, en livrée nuptiale.*

Marseille possède près de 40 kilomètres de littoral et 15 plages publiques surveillées. Ici, les plages du Prado. La sécurité sanitaire des eaux de baignade est assurée par 21 points de surveillance permanente pendant la période estivale.

Parc national des Calanques : à propos de la genèse

Ph. DR

« Si l'idée de Parc national est évoquée depuis une quarantaine d'années, il a fallu attendre les années 1990 pour qu'elle se concrétise.
Tout commence avec un incendie dans les calanques, lorsque Guy Teissier et Robert Assante décident de réunir les propriétaires terriens du site pour voir comment on pouvait réduire ce risque avec une gestion harmonisée.

Dans l'avancement du dossier, il est apparu la nécessité d'un outil de gestion qui rassemble tous les propriétaires, mais il fallait y ajouter les usagers, les habitants, les acteurs économiques… Ce qui a débouché sur la création, en 1999, du Groupement d'intérêt public (GIP) des Calanques.

La loi du 14 avril 2006 réformant les parcs nationaux a été déterminante dans la concrétisation du projet, car elle assurait une gouvernance plus locale et un ancrage territorial plus fort.

Dans le même temps, les discussions parfois animées se sont enchaînées entre les parties prenantes. Nous avons beaucoup appris les uns des autres, et chacun a pu faire un bout de chemin vers le consensus et la finalisation du projet. Belle leçon d'humilité ! Et satisfaction d'avoir depuis 2012 un parc qui commence à s'institutionnaliser avec des moyens, certes pas suffisants, mais en progression. »

DES PISTES DE PROGRÈS ?

« Il y en a toujours, et l'une d'elles est de donner plus de visibilité au parc : présence renforcée de personnel sur le terrain, développement de la signalétique, des partenariats avec les offices de tourisme locaux et départementaux.

D'autre part, il faut répondre aux interrogations du public qui ne sait toujours pas très bien ce que le parc peut apporter, comment ne pas l'abîmer, le soutenir. Les contacts avec les élus locaux, des professionnels du bâtiment, des travaux publics, des urbanistes, architectes, riverains, touristes permettent de faire passer l'idée que le parc est un acteur de terrain, à la fois écologique et économique. »

RECHERCHES

« Un manque de moyens financiers nous incite à réfléchir sur d'éventuelles mutualisations d'études et d'inventaires marins, notamment avec le Parc national de Port-Cros (Var).

Déjà, avec la Fédération française d'études et de sports sous-marins, des comptages de poissons sont réalisés régulièrement. Il paraît légitime que l'on travaille avec l'Institut océanographique Paul Ricard, le Pr. Vicente étant le plus habilité pour assurer la liaison avec le parc puisqu'il est à la fois membre de son conseil d'administration, professeur émérite à l'université de Marseille et responsable scientifique de l'Institut, aux Embiez. »

UN PATRIMOINE NATUREL, PAYSAGER ET CULTUREL

Premier parc périurbain d'Europe, le Parc national des Calanques englobe trois communes en cœur de parc : Marseille, Cassis, La Ciotat, et quatre en aire potentielle d'adhésion : La Penne-sur-Huveaune, Carnoux-en-Provence, Ceyreste, Roquefort-la-Bédoule. Il s'étend sur plus de 158 000 hectares, dont près de 90% en mer.

Ce site est réputé pour sa valeur paysagère, sa biodiversité et son patrimoine culturel. Il abrite 140 espèces terrestres animales et végétales protégées, 60 espèces marines patrimoniales et de nombreux organismes végétaux endémiques : ophrys, sabline de Provence et astragale de Marseille *(photo)*.

Près de 90 sites archéologiques sont répertoriés, comme la grotte Cosquer qui présente des peintures pariétales datant de 27 000 ans.

Le parc est fréquenté par environ deux millions de visiteurs à terre et en mer par an *(source : marseille.fr)*.

Ph. C.F.B.

L'astragale de Marseille, Astragalus tragacantha, *forme de petits buissons très épineux.*

Calanque d'En-Vau

Contrat de Baie : dernière ligne droite

« Le Contrat de Baie de la métropole marseillaise, dont la signature interviendra au second semestre 2015, s'articule autour de trois objectifs principaux : prévenir et réduire les sources de pollutions aquatiques ; préserver et restaurer la biodiversité aquatique et marine (dépollutions, risques d'inondations, rejets pluviaux…) ; sensibiliser et éduquer le grand public aux enjeux des milieux aquatiques et marins.

Sa compétence s'étend au-delà du territoire de Marseille, puisqu'elle englobe sur 130 kilomètres, les communes de Martigues à Saint-Cyr-sur-Mer, à l'est, soit la totalité des bassins versants.

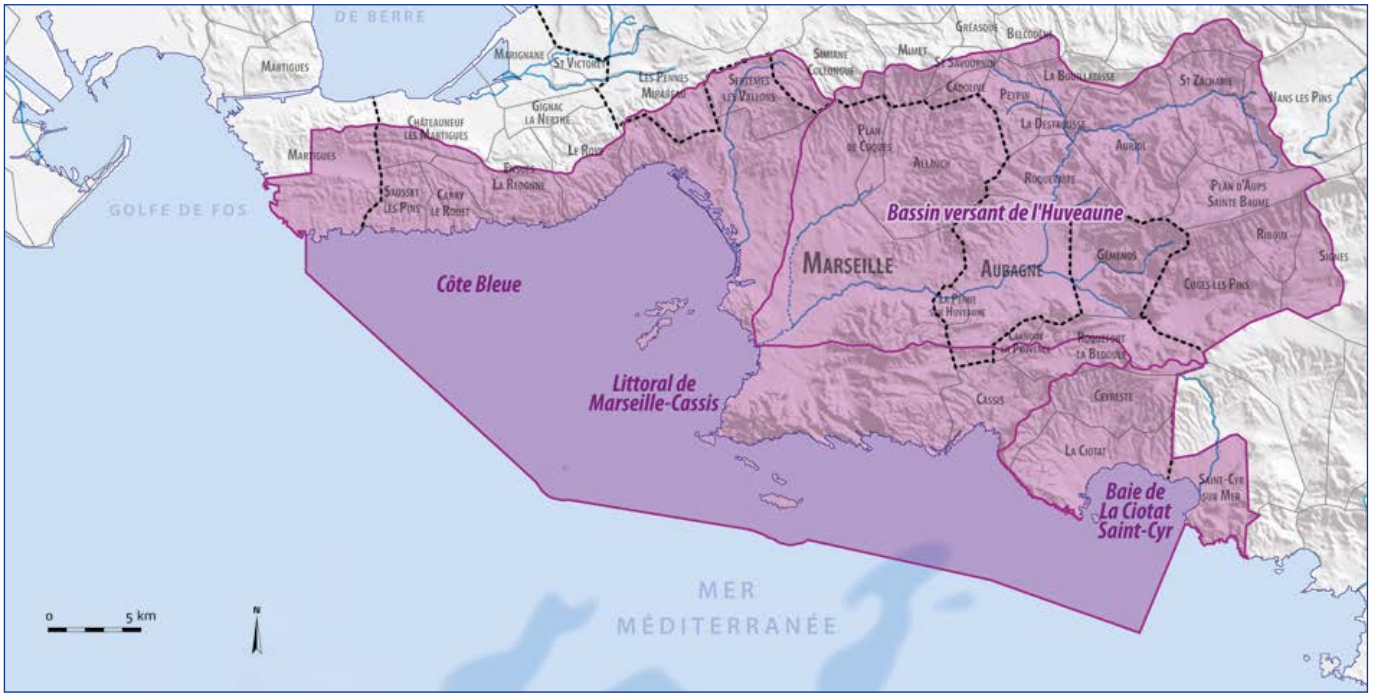
Les partenaires sont la Communauté urbaine Marseille Provence Métropole (MPM) qui en assure la présidence, la ville de Marseille la vice-présidence, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse - moteur dans ce dossier -, l'État, les communes, les associations d'usagers… Plus de 250 millions d'euros seront investis d'ici à 2021.

Notre avantage, c'est que l'Agence de l'eau a une volonté de visibilité sur le littoral méditerranéen et qu'elle est prête à s'engager sur des actions phares. Ainsi, le Parc national des Calanques bénéficie d'une expérimentation de restauration écologique des petits fonds marins de la cuvette de Cortiou qui se situe dans la calanque du même nom et qui subit directement l'impact d'un double rejet (voir photo) depuis plus d'un siècle :
- du fleuve Huveaune, via le « second émissaire » *;*
- de la station d'épuration de Marseille, via le « premier émissaire » *construit entre 1891 et 1899, l'impact ayant été réduit suite à l'ajout d'un étage biologique en 2008.*

Le problème à Cortiou, c'est moins le rejet d'eaux usées, conforme aux normes européennes, que le déversement des eaux pluviales qui ne sont pas traitées en période de fortes intempéries.

L'objectif du Contrat de Baie et du contrat de rivière est d'améliorer la qualité de ces eaux pluviales et, au final, la qualité des eaux littorales en réduisant notamment les pollutions à la source. »

Emissaire de Cortiou.



Périmètre du Contat de Baie de la Métropole marseillaise (en violet). Source des données : Agence RMC, SDAGE RM-AGAM.

Réhabilitation, Protection, Valorisation…

…Trois termes porteurs du Colloque sur l'environnement marin que j'ai organisé dans le cadre de ma délégation à la Ville de Marseille en 1990. Que de chemin parcouru depuis, et même depuis les années 1980 !

Avec mes collègues de la Station marine d'Endoume, nous nous élevions contre la pollution par les rejets de la Ville de Marseille, à Cortiou, et nous nous battions pour améliorer la qualité des eaux littorales.

Sur les rivages de la Région Provence Alpes Côte d'Azur, les stations d'épuration étaient obsolètes et peu performantes. Les rejets d'eaux brutes faisaient disparaître la vie et rendaient les plages insalubres. Pour faire comprendre l'urgence de la situation aux décideurs, il fallut prendre des risques et montrer l'état des fonds à l'aide d'un film. Cette réalisation fut à l'origine du Plan d'assainissement sur le littoral Provence Alpes Côte d'Azur et de la première Station d'épuration physico-chimique de la ville de Marseille, en 1987.

Mais nous rencontrions d'énormes difficultés pour convaincre les usagers de la nécessité de protéger. Avec Albert Falco, dans le cadre de l'Office de la mer, nous proposions déjà une réserve marine autour de l'île de Riou. En pure perte face à l'opposition des pêcheurs, des plaisanciers, des chasseurs… D'où mon implication avec la municipalité de Marseille de 1989 à 1995, qui m'a permis d'organiser deux congrès sur la pollution des rivages marseillais et méditerranéens, de proposer des solutions selon le sigle RPV (réhabilitation, protection, valorisation).

Nous avons avancé à petits pas : à l'origine du Parc marin de la Côte bleue, nous avons développé l'aquaculture au Frioul, réhabilité la rade de Corbières, créé un sentier sous-marin à but éducatif, l'espace Borely…

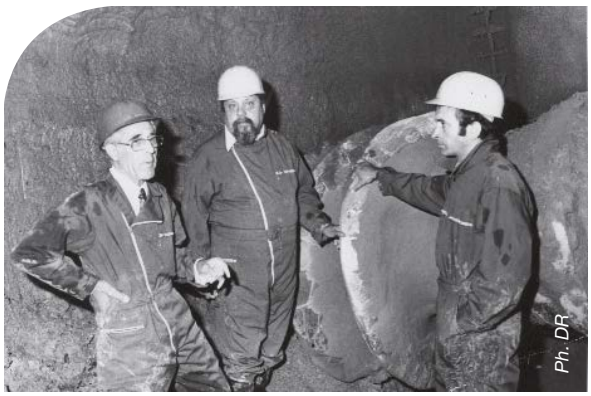
C'est donc avec un immense plaisir que j'ai suivi l'implication de Didier Réault dans le projet de Parc national des Calanques, et que j'ai répondu présent au Conseil scientifique du GIP des Calanques durant toute sa durée. Période difficile, ponctuée par de nombreuses et délicates réunions de concertation. Les choses ont évolué dans le bon sens grâce à l'opiniâtreté de Didier Réault et des différents acteurs du GIP.

Le délégué à la Mer de la ville de Marseille est parvenu à de belles réalisations : l'opération Récifs Prado *est une superbe réussite en matière de réhabilitation ; la seconde station d'épuration* (Géolide) *a amélioré considérablement la qualité des eaux au débouché de Cortiou.*

Les projets des deux premiers termes du tryptique que je proposais en 1990 ont été accomplis par Didier Réault : Réhabilitation, Protection. Reste leur Valorisation. C'est là le travail du Conseil d'administration du Parc national des Calanques et ce sera celui du Contrat de Baie de la Métropole marseillaise en fédérant toutes les énergies et compétences, en prenant en compte l'apport des scientifiques présents sur le terrain : Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE), Institut méditerranéen d'océanologie (MIO), Universités d'Aix-Marseille, de Toulon, Pôle Mer, Institut océanographique Paul Ricard…

La participation de tous à ce travail gigantesque est un garant de la bonne santé de notre beau littoral et de la vie de notre Méditerranée.

Pr. Nardo Vicente
Membre du Conseil d'administration du Parc national des Calanques
Responsable scientifique de l'Institut océanographique Paul Ricard



Visite de chantier du deuxième émissaire de la ville Marseille par le Pr. Nardo Vicente et Alain Bombard (de dr. à g.) en présence de M. Moutet, responsable des travaux (Bulletin N°2 de l'Observatoire de la mer *- 1975). Une station d'épuration n'était pas à l'ordre du jour à l'époque.*
Le responsable scientifique de l'Institut avait été sollicité par le ministère de l'Environnement pour faire partie d'une Commission littoral marin présidée par le Pr. Lucien Laubier. Il avait en charge d'étudier l'impact des rejets de Marseille à Cortiou.

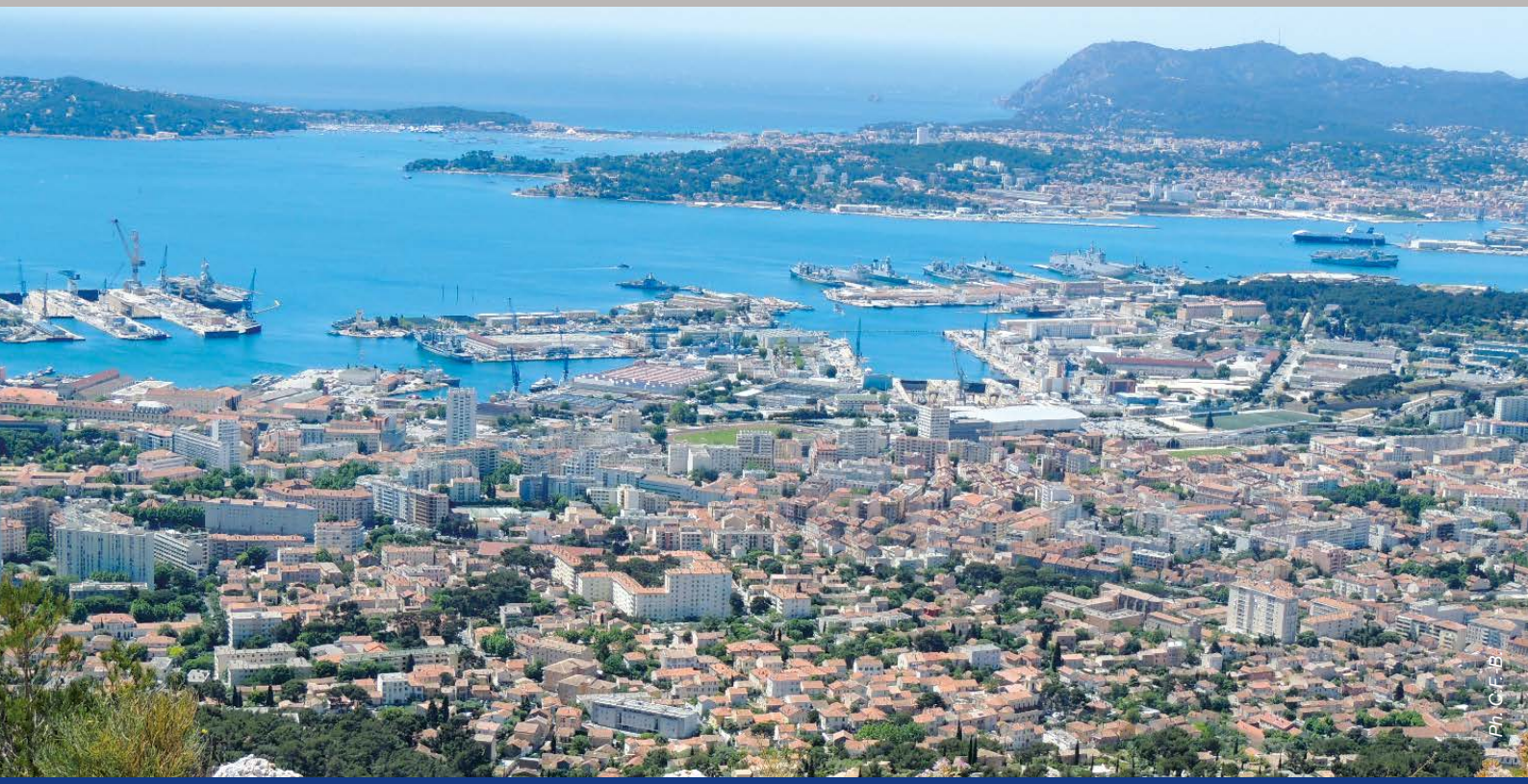
Ph. C.F.B.

VOLET LITTORAL ET MARITIME DU SCHÉMA DE COHÉRENCE TERRITORIALE PROVENCE MÉDITERRANÉE

Un SCoT pour la mer

Vue d'une partie du littoral varois à partir de l'île des Embiez - Au premier plan, la mer qui pénètre dans la lagune du Brusc par la passe du Gaou. En arrière-plan, le port du Brusc, les villes de Sanary-sur-Mer et Bandol.

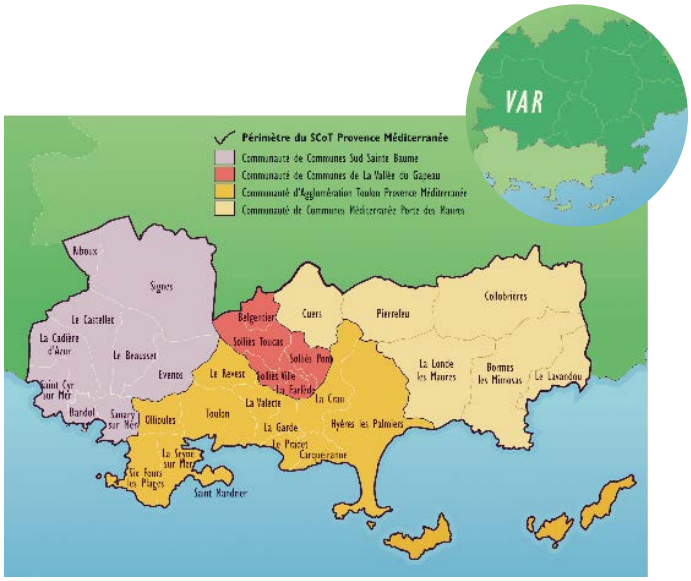
S comme Schéma, Co comme Cohérence et T comme Territoriale, le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) est l'outil réglementaire pour élaborer un projet d'aménagement durable du territoire. Le SCoT de l'aire toulonnaise est plus spécifiquement doté d'un volet littoral et maritime en cours d'élaboration qui doit conduire à déterminer les orientations fondamentales d'aménagement, de protection et de mise en valeur du littoral concerné.
Dans ce cadre, l'Institut océanographique Paul Ricard a participé, au titre d'expert, à la rédaction d'un *Livre Bleu*, premier état des lieux du territoire maritime de l'aire toulonnaise qui donne les éléments de cadrage pour l'élaboration du volet littoral et maritime du SCoT.



Ph. C.F.B.

Rade de Toulon, vue du Mont Faron - L'urbanisme, l'aménagement, l'environnement et l'économie sont au nombre des domaines de compétences du Schéma de Cohérence Territoriale Provence Méditerranée qui vise un développement harmonieux et durable du territoire.

Le Schéma de Cohérence Territoriale Provence Méditerranée, autrement dit le SCoT de l'aire toulonnaise *(voir carte ci-dessous)*, rassemble 32 communes et plus de 550 000 habitants. Ce SCoT est élaboré par un syndicat mixte regroupant les différentes communes et intercommunalités, présidé par Robert Beneventi, maire d'Ollioules. La réalisation technique du SCoT et du volet littoral et maritime a été confiée à l'Agence d'urbanisme et de développement de l'aire toulonnaise et du Var - AU[dat]^{VAR}.



Les intercommunalités du SCoT Provence Méditerranée. Le périmètre au 1er janvier 2013 s'étend sur 125 286 hectares, de la Méditerranée jusqu'à l'arrière pays. (INSEE 2010).

POURQUOI UN VOLET LITTORAL ET MARITIME ?

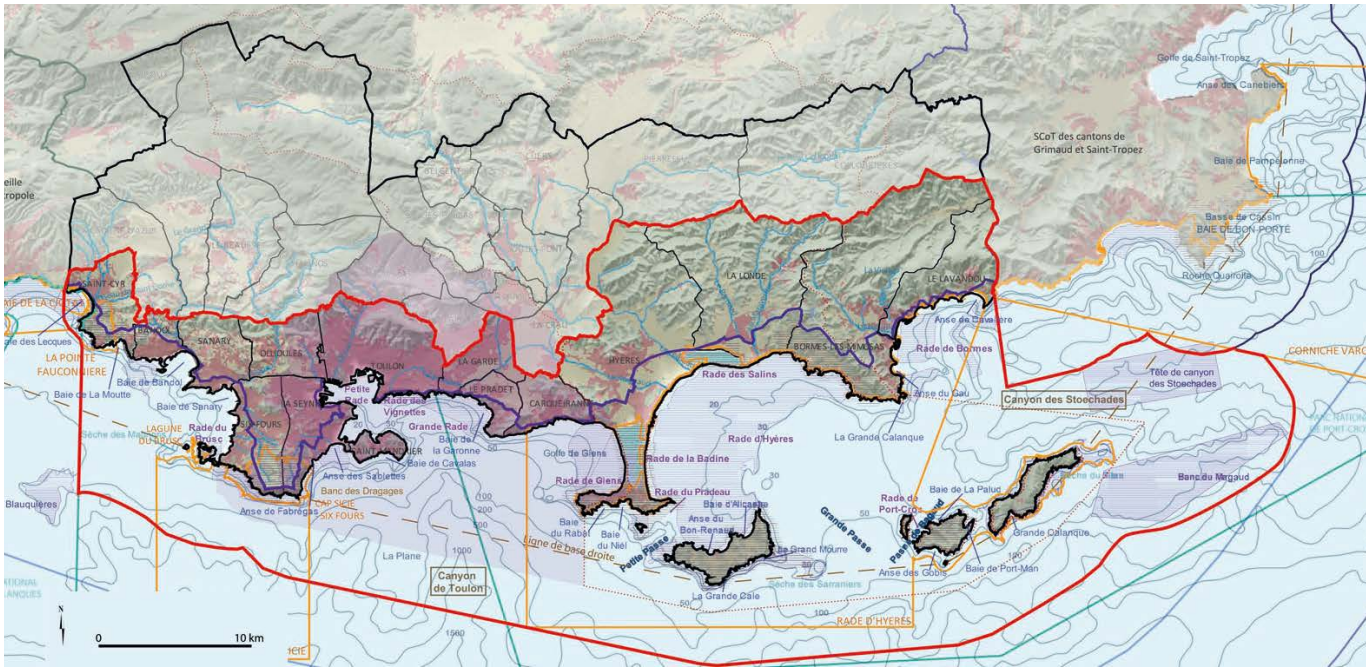
L'élaboration d'un volet maritime pour le SCoT de l'aire toulonnaise n'était pas une obligation. Les élus ont jugé qu'elle était incontournable compte tenu du nombre de communes littorales (15) comprises dans ce périmètre du SCoT, de l'importance de l'économie balnéaire et maritime qui se déploie sur les quelque 300 kilomètres de côte du territoire, de la beauté et de la fragilité du milieu marin et de la pression démographique qui s'exerce sur le littoral.

Lancé le 7 décembre 2012, ce volet littoral et maritime *(voir carte ci-dessous)* piloté par Gilles Vincent, maire de Saint-Mandrier-sur-Mer, doit permettre de mieux connaître cette partie du territoire, dont la maîtrise est partagée avec l'État. C'est une démarche nouvelle, encore peu expérimentée et complémentaire à celles déjà menées : contrats de baie, gestion des ports, des mouillages, des plages, charte des parcs nationaux, *Natura 2000*, Conservatoire du littoral…

DÉVELOPPEMENT DURABLE DU LITTORAL

La délibération de lancement du volet littoral et maritime de ce SCoT détaille les objectifs :
- mieux connaître les usages du littoral, terrestre et marin, identifier les intérêts en présence et les concilier ;
- appréhender les problèmes d'environnement, leur interaction et le moyen de mettre en place des protections adaptées ;

>>



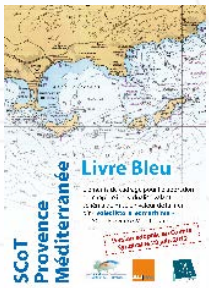
Décembre 2012 - Source : IGN BD Carto 2002, Cartes marines ENC et Bathymétrie 250, SHOM 2002, occupation du sol AU[dat]/CDA83 2003, PN des Calanques, PN de Port-Cros, TPM. Auteur : AU[dat], Alexandra Philip / Elodie Le Moal.

Périmètre du volet littoral et maritime du SCoT Provence Méditerranée. Adopté en 2012, il est délimité par un trait rouge sur cette carte. Pour sa partie terrestre, il englobe les 15 communes littorales du SCoT de l'aire toulonnaise. En mer, il s'étend jusqu'aux trois milles marins, de la limite de l'aire maritime adjacente au Parc national des Calanques, à l'ouest, jusqu'à la limite des cantons de Grimaud et Saint-Tropez, à l'est. A noter que l'ensemble du périmètre du SCot Provence Méditerranée est délimité par un trait noir.

>>

- répondre à l'objectif d'une gestion intégrée des zones côtières, qu'assignent le droit européen et l'État français ;
- harmoniser les différentes politiques s'exerçant dans cet espace : contrats de baie, *Natura 2000* en mer, aires marines protégées, démarches portuaires...
- disposer d'un cadre de référence pour les décideurs publics, non seulement pour les décisions d'urbanisme, mais aussi celles relatives aux usages du domaine public maritime, terrestre et marin (création de port, concessions de plages…) ;
- clarifier l'application des dispositions de la loi Littoral, notamment en ce qui concerne les espaces marins à préserver ;
- mettre en place une stratégie de gestion des espaces compris dans le périmètre sur la base d'une vision globale et commune entre les acteurs publics concernés et en concertation avec les acteurs privés.

PREMIÈRE ÉTAPE : L'ÉLABORATION D'UN *LIVRE BLEU*



Adopté en juin 2012, le *Livre Bleu* a nécessité plus d'un an d'études et a mobilisé tous les grands acteurs de la mer. C'est un recueil des savoirs sur le littoral, un premier exercice de synthèse environnementale et une mise en évidence des différents usages en présence.

ÉTAPE EN COURS : UN DIAGNOSTIC

Le *Livre Bleu* a permis d'éclairer le choix du périmètre du volet littoral et maritime du SCoT *(voir carte en page précédente)*. Le préfet du Var a été consulté sur sa compatibilité avec les enjeux d'aménagement, de protection et de mise en valeur du littoral.
Sur cette base, la prochaine étape du processus sera l'élaboration d'un diagnostic permettant d'identifier et de faire partager les grands enjeux de la mer et du littoral.

A titre d'exemple, les risques littoraux (érosion, submersion), constituent un enjeu important à traiter que les élus des 32 communes du SCoT ont identifié dans le *Livre Bleu* et qui fera l'objet, dans le diagnostic, d'une étude spécifique approfondie.
Le processus du SCoT permettra, avec les élus, de faire émerger les autres grands sujets du volet littoral et maritime du SCoT Provence Méditerranée.

Au final, le volet maritime du SCoT de l'aire toulonnaise permettra aux acteurs et aux décideurs du territoire d'élaborer un projet ambitieux, équilibré et réaliste d'aménagement du développement durable de la mer et du littoral. ■

En savoir + : www.scot-pm.com

CONCERTATION

C'est un élément essentiel qui se déclinera à travers un certain nombre de modalités consultables sur le site internet du Scot www.scot-pm.com

Cette démarche est exploratoire, seulement deux volets mer de SCoT étant aujourd'hui arrivés à terme : sur la façade méditerranéenne, ceux du bassin de Thau et du Littoral Sud des Pyrénées-Orientales ont été approuvés en 2014 (1).

Un Groupe Expert environnement dans lequel figure Jean-Luc Bonnefont, directeur de la Recherche de l'Institut océanographique Paul Ricard, a apporté un appui technique à l'Agence d'urbanisme et de développement de l'aire toulonnaise et du Var - AU[dat]VAR - dans la rédaction du *Livre Bleu*.

Ce groupe apportera sa contribution sur les dimensions environnementales, tout au long de l'élaboration du volet littoral et maritime du SCoT Provence Méditerranée, à travers un comité.

(1) Pour le SCoT Littoral Sud (approuvé le 28 février 2014), un des enjeux majeurs est d'encadrer l'accueil de la fréquentation sur les sites littoraux ; pour le SCoT du Bassin de Thau (approuvé le 4 février 2014), il s'agit notamment de maîtriser la qualité de l'eau pour pérenniser les cultures marines et la pêche professionnelle côtière.

Protection et mise en valeur du littoral

Faire en sorte que l'ensemble des activités présentes sur un territoire très convoité et sensible, cohabitent de manière harmonieuse voire complémentaire, tout en préservant l'environnement, tels sont les objectifs principaux du « SCoT littoral ».

PÊCHE PROFESSIONNELLE

En région Provence Alpes Côte d'Azur, la filière pêche (ici, au large du Brusc) présente un caractère essentiellement artisanal avec une polyvalence des activités (filets, casiers, palangres, sennes…) regroupée sous le vocable de *petits métiers.*

En 2010, les débarquements des produits de la pêche sur le littoral de cette région - essentiellement sardines, anchois et merlus -, atteignaient 2 700 tonnes, pour 7 millions d'euros de chiffre d'affaires.

Source : DREAL PACA - Pêches et ressources halieutiques (2012)

Ph. A. Rosenfeld

SPORTS NAUTIQUES

En région Provence Alpes Côte d'Azur, 135 ports et 60 000 places à flot accueillent les plaisanciers. L'activité génère près de 10 000 emplois.

Le port de plaisance de Bormes-les-Mimosas a une capacité de 950 postes d'amarrage.

La presqu'île de Giens est un site préservé, haut-lieu de la pratique de sports de glisse : kitesurf et planche à voile.

Ph. C. F.-B.

La rade de Toulon abrite un port civil et militaire.

FESTIVAL MÉDITERRANEA
Des lauriers pour *Les fleurs du coralligène*

Le Pr. Nardo Vicente, responsable scientifique, et Daniel Rebillard, responsable plongée et moyens à la mer à l'Institut océanographique Paul Ricard, ont été récompensés pour leur film : *Les fleurs du coralligène*, consacré aux plus belles espèces de nudibranches de Méditerranée.

Le jury du Festival international de l'image sous-marine et de l'aventure (Juan-les-Pins) leur décernait en décembre 2014 le Prix de l'éducation et de la jeunesse.

Cratena peregrina, *un nudibranche éolidien très commun en Méditerranée. Les nombreuses papilles dorsales sont vivement colorées, en rouge, brun, violet ou bleu, avec les pointes souvent d'un bleu luminescent.*

CONCOURS
Olivier Roellinger

Préserver ce garde-manger incroyable de l'humanité que sont les mers et les océans…

LE 8 AVRIL, LES LAURÉATS DE CE CONCOURS CULINAIRE RECEVAIENT LEURS PRIX AU SIÈGE DE L'UNESCO, À PARIS.

Trois jeunes élèves ou apprentis de moins de 25 ans, mais aussi trois professionnels de moins de 35 ans étaient récompensés pour avoir su mettre en valeur des produits de la mer compatibles avec le développement durable et sensibiliser la nouvelle génération à la bonne gestion de nos ressources halieutiques.

« *Les jeunes Chefs*, commente Patricia Ricard, présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard et marraine du projet « Restaurateurs et pêcheurs artisans », *contribuent ainsi à la sensibilisation à l'environnement par un accès qui n'a pas encore été totalement utilisé et qui est, selon moi, le plus efficace : parler d'environnement avec plaisir et désir, c'est bon pour la nature.* »

Pour la quatrième année, le Concours Olivier Roellinger pour la préservation des ressources de la mer était organisé par SeaWeb Europe et Ferrandi, École française de gastronomie, en partenariat avec le Lycée hôtelier de Dinard et l'association Relais & Châteaux.

« *Vous, jeunes élèves et jeunes professionnels*, a insisté Olivier Roellinger, *vous pouvez changer le monde. Vous pouvez participer à cette prise de conscience pour respecter et préserver ce garde-manger incroyable de l'humanité que sont les mers et les océans.* »

La seconde édition espagnole du concours s'est tenue en mai, à l'école hôtelière d'Alcala de Henares (Communauté de Madrid). Patricia Ricard était représentée au jury par Sergio Trigos. Ce biologiste espagnol participe au Programme sur la grande nacre de Méditerranée conduit par l'Institut océanographique Paul Ricard.

*Olivier Roellinger, entouré des candidats de l'année 2015 et de quelques lauréats des années précédentes, membres de l'*Équipage des cuisiniers de la mer.

FESTIVAL MONDIAL DE L'IMAGE SOUS-MARINE
L'OCÉAN, FUTUR DE L'HOMME

…Thème de la 41e édition, qui réunissait à Marseille plus de 150 films, 120 exposants, des centaines de photos. Cette année, le Prix de la sensibilisation à l'environnement - Institut océanographique Paul Ricard - a été attribué à *Shark girl*, de Gisela Kaufmann. Son documentaire de 58 minutes est consacré à Madison Stewart, jeune australienne qui a grandi le long de la Grande Barrière de corail et qui s'emploie à protéger les requins menacés.

Le Plongeur d'Or-Méditerranée (catégorie photos couleur), a été attribué à Paolo Bausani (Italie) pour cette castagnole rouge Anthias anthias.

SAINT-PIERRE DES EMBIEZ
« Port propre »

Le port Saint-Pierre des Embiez (Var) est engagé dans une politique environnementale qui s'inscrit dans le contexte général de développement durable de l'île où il se situe.

Ainsi, l'action conduite par Patrick Longueville, directeur du port, et par ailleurs administrateur de l'Institut océanographique Paul Ricard, a permis l'obtention du *Pavillon bleu des ports d'Europe* pour la 12e année consécutive, de la première certification ISO 14001 pour un port dans le Var, depuis 2006, et enfin, la certification *Gestion environnementale portuaire* ou *Ports propres*.

Un tri sélectif est effectué dans 25 points de collecte tandis que les déchets sensibles peuvent être déposés au *Point propre* près de la capitainerie.

L'opération *« Je navigue, je trie »*, organisée par Vacances propres, se poursuit : en partenariat avec le label *Pavillon bleu*, et les entreprises Elipso et Plastics Europe, elle consiste à distribuer gratuitement des sacs de tri et de recyclage.

À la demande de la direction du port, l'Institut océanographique Paul Ricard assure un contrôle régulier de la qualité des eaux des différents bassins et vient de lancer un programme d'inventaire des espèces marines de cet environnement particulier. Cet engagement prolonge une opération de sensibilisation des plaisanciers à l'aide d'un diaporama animalier intitulé : *Nos voisins du dessous.*

Le port Saint-Pierre dispose de 750 places et peut accueillir jusqu'à 100 bateaux en visite par jour. Il vient d'être classé numéro 1 des ports français de Méditerranée par la revue mensuelle Voile magazine.

HYDROPTÈRE *Le plus rapide des bateaux volants*

« La Vision partagée d'un homme et la passion d'une équipe sont les meilleurs moteurs de la découverte. En hommage à la rencontre d'Eric Tabarly et de Paul Ricard, deux visionnaires passionnés de la mer, nous suivons avec enthousiasme l'aventure d'Alain Thébault et de l'Hydroptère », souligne Patricia Ricard.

En fin d'année 2014, le plus rapide des bateaux volants reprenait la mer pour se préparer à battre le record de vitesse de la traversée du Pacifique.

L'Hydroptère a effectué son premier vol en 1994, et reste le plus rapide de cette famille de voiliers avec 51,36 noeuds de moyenne sur 500 mètres et 50,17 noeuds de moyenne sur le mille nautique.

Aux côtés d'Alain Thébault, l'ingénieur Jeff Mearing et Lars Abromeit, journaliste allemand pour le magazine GEO.

Parti de Los Angeles le 22 juin, l'objectif était de rallier Honolulu aussi vite que possible. Et si les conditions météo n'ont pas permis de décrocher un nouveau record, l'arrivée à Hawaï a été marquée par une rencontre symbolique : l'équipage a retrouvé *Solar Impulse*, avion alimenté uniquement par l'énergie solaire et piloté par André Borschberg, après un vol de 120 heures au-dessus du Pacifique. Pour porter un message commun, à la seule force du soleil et du vent : *« use clean energy »*.

Pour en savoir + : http://hydroptere.com/news

L'Hydroptère à l'entraînement en baie de San Francisco.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Sous le signe du climat et des énergies renouvables

À l'invitation de Patricia Ricard, deux personnalités dans leur domaine respectif ont apporté un témoignage et une information de qualité à l'auditoire de l'Assemblée générale de l'Institut océanographique Paul Ricard, le 6 juin, aux Embiez.

Françoise Gaill, directrice de recherche au CNRS, a abordé la problématique du changement climatique *(voir dossier, p. 3).* Gérard d'Aboville qui a traversé l'Atlantique en solitaire à la rame (1980), a bouclé un tour du monde à la barre de *PlanetSolar*, le premier bateau naviguant exclusivement à l'énergie solaire.

Les membres du Conseil d'administration et l'équipe de l'Institut réunis autour de Patricia Ricard. Au premier rang, à gauche, Gérard d'Aboville et Françoise Gaill.

LA RSE
AU CŒUR DES DÉBATS

Les étudiants en MBA de Kedge Business School (École de commerce de Marseille et Bordeaux) et de Rollins College Crummer Graduate School of Business (États-Unis) ont choisi l'Institut comme sujet de reflexion sur le développement de l'image et de la notoriété.

Patricia Ricard s'est réjouie du choix *« d'une association environnementale et scientifique dédiée à la connaissance de la mer. Cela confirme à la fois le dynamisme de la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et la prise de conscience de l'importance des océans, domaines dans lesquels la société Ricard qui se prépare à célébrer le cinquantième anniversaire de l'Institut océanographique, a été largement pionnière. »*

Accompagnés par leurs professeurs américains, les étudiants ont rencontré l'équipe de l'Institut sur l'île des Embiez avant de présenter leur analyse au château Ricard à Marseille.

SUBLIMO-DRIVER
Restauration des petits fonds côtiers

Ce colloque s'est tenu sur l'île des Embiez (Var), du 27 au 29 avril 2015, sous la présidence du Pr. Philippe Lenfant, de l'Université de Perpignan. Il était soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, le Conseil départemental du Var, le Pôle Mer, et s'inscrivait dans une thématique spécifique liée à la restauration écologique des petits fonds côtiers de Méditerranée.

L'Institut océanographique Paul Ricard était représenté par le directeur de la Recherche, Jean-Luc Bonnefont, qui a évoqué les travaux réalisés dans le cadre du programme *Landeau* : *Compréhension et restauration du fonctionnement d'une nurserie en milieu lagunaire (lagune du Brusc, Var-France).*

Le responsable scientifique, Nardo Vicente, a présenté et commenté deux posters concernant une population de nacres dans la lagune du Brusc et le grossissement de juvéniles de cette espèce capturées autour de l'archipel des Embiez [(1)].

(1) Current Status of Pinna nobilis *in Le Brusc Lagoon (Site* Nature 2000*) et Growth rates of* Pinna nobilis *in controlled conditions during first months of live.*

ENTRETIEN AVEC…

Pierre Boissery

EXPERT POUR LA MER ET LE LITTORAL MÉDITERRANÉEN À L'AGENCE DE L'EAU RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE

Homme de terrain, biologiste de formation, Pierre Boissery a rejoint l'Agence de l'eau RMC il y a 22 ans, au moment où le milieu marin prenait toute sa place au sein de l'établissement public.
En charge de la thématique marine à l'agence, il supervise les études techniques et méthodologiques menées en partenariat avec la communauté scientifique, le suivi et la mise en œuvre des directives européennes, dont la directive cadre EAU et la Directive cadre stratégie pour le milieu marin.
La définition et la mise en œuvre des réseaux de surveillance de la qualité des eaux, l'accompagnement des politiques de gestion et de planification locale (contrats de baie, observatoires, plans de gestion…), la restauration écologique et l'évaluation de l'efficacité des politiques engagées font aussi partie de ses activités.
Pragmatique, il trouve toujours le temps d'enfiler ses palmes et d'aller voir sur place comment les choses avancent. Sans nier les difficultés, il mise sur des solutions innovantes et l'engagement de chacun pour relever les grands défis à venir. En portant un message positif pour notre Méditerranée : certes, elle n'est pas celle d'il y a 30 ans. Mais elle est bien vivante.

Entretien avec un homme engagé, et optimiste.

Ph. N. Boissery

Qu'est-ce que l'Agence de l'eau ?

Créée en 1964, au moment de la naissance de la Loi sur l'eau, l'Agence de l'eau est un établissement public de l'État, sous la tutelle du ministère en charge du développement durable. Elle assure trois grandes missions :

- contribuer à améliorer la gestion de l'eau,
- lutter contre sa pollution,
- protéger les milieux aquatiques.

Notre territoire métropolitain est découpé en 12 bassins, chacun d'eux étant placé sous la responsabilité de l'agence régionale rattachée.

Au début des années 1990, le milieu marin s'est trouvé au cœur des préoccupations de l'Agence de l'eau. Comment s'est alors développée la politique mer ?

A l'époque, le premier enjeu a été de savoir si l'agence pouvait apporter une contribution significative à la protection de la Méditerranée. Durant les trois premières années, nous avons travaillé dans cette direction en commençant par établir un état des lieux du milieu marin et des problématiques rencontrées par les collectivités locales. Nous en sommes arrivés à la conclusion que l'état des eaux de la Méditerranée pouvait s'améliorer et que nous avions un rôle à jouer, tout en notant un manque important de connaissances.

Le principe d'une intervention de l'agence étant acté, nous avons, dans un second temps, amélioré notre savoir en essayant de comprendre comment la mer fonctionnait. Nous avons alors engagé de nombreuses collaborations avec la communauté scientifique.

En complément et de façon prioritaire, nous nous sommes rapprochés des acteurs du littoral pour lutter contre la pollution, organiser les usages et engager des politiques de gestion comme les contrats de baie. Dans cette même période, nous avons dû nous approprier les directives européennes, intégrer leurs exigences dans notre politique, être plus rigoureux techniquement et surtout plus efficace pour répondre à leurs ambitions. La politique mer de l'agence a grandi avec ces obligations européennes.

Il faut noter à ce moment-là un vrai changement dans notre façon de penser et d'agir : on ne travaillait plus en fonction d'une obligation de moyens (par exemple, construire plus de stations d'épuration) mais bien pour atteindre une obligation de résultats. Le but de notre travail, même si cela peut paraître intuitif, est de parvenir à un bon état écologique de la mer.

>>

> *« ÉTABLIR UN ÉTAT DES LIEUX DU MILIEU MARIN ET DES PROBLÉMATIQUES RENCONTRÉES PAR LES COLLECTIVITÉS LOCALES »*

EN QUELQUES CHIFFRES, *l'Agence de l'eau, c'est…*

- ***3,65***
  milliards d'euros (budget 2013 - 2018)
  Le produit des redevances est redistribué aux collectivités, industriels et agriculteurs qui investissent pour protéger l'eau et les milieux aquatiques.
- ***3700***
  stations d'épuration.
- ***650***
  usines de traitement d'eau potable.
- ***270 000***
  kilomètre de réseaux d'assainissement et d'eau potable.

La préservation des eaux littorales passe aujourd'hui par l'assainissement en amont. Ici, la station Amphitria, *qui traite les eaux usées de l'aire toulonnaise, au niveau du cap Sicié.*

Le contrôle régulier du milieu marin est également devenu indispensable. Pierre Boissery et un technicien de l'Intitut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) en train de trier un prélèvement de substrat meuble lors d'une campagne de surveillance.

Ph. Andromède Océanologie

La préservation de la biodiversité méditerranéenne concerne les poissons, mais aussi la faune fixée et la flore, autant de maillons indispensables à l'équilibre des écosystèmes sous-marins.

>>

Vous intervenez également à l'étranger notamment en tant que consultant pour l'Unesco. Quel est l'enjeu de ces missions ?

L'enjeu est double. Il s'agit à la fois d'apporter, en restant modeste, une expertise technique ou de la méthode tout en évitant de plaquer notre vision de pays riches sur des réalités locales souvent bien différentes. Nos erreurs du passé nous demandent aujourd'hui un effort important pour y remédier, tant sur le plan financier que technique. Nous devons aussi, plus égoïstement si je puis dire, apprendre comment font les autres pour appréhender leurs enjeux et résoudre leurs problèmes. Avec très peu de moyens, on se pose plus facilement les bonnes questions, en étant souvent plus pragmatique. C'est à chaque fois un véritable échange gagnant - gagnant, le principe même du partenariat. C'est aussi un vrai plaisir même si certaines missions sont complexes.

> ***« NOS ERREURS DU PASSÉ NOUS DEMANDENT AUJOURD'HUI UN EFFORT IMPORTANT POUR Y REMÉDIER »***

Adapter notre gestion de l'eau au changement climatique

La Méditerranée est l'un des points chauds du changement climatique. Comment est-il actuellement pris en compte par l'Agence de l'eau ?

Nous faisons bien sûr un travail de fond sur l'éventualité d'avoir moins d'eau dans l'avenir, en encourageant les économies et une meilleure gestion des ressources disponibles.

Nous travaillons aussi sur la notion de risque, qu'il faut intégrer à notre culture : apprendre à vivre, par exemple, avec les problèmes d'inondations ou d'érosion qui deviennent récurrents et contre lesquels nous n'avons que de rares moyens d'action.

A l'avenir, il va falloir appréhender les risques sanitaires comme la probable apparition de phytoplancton toxique en zone côtière. Nous avons un vrai rôle à jouer face à ces risques-là.

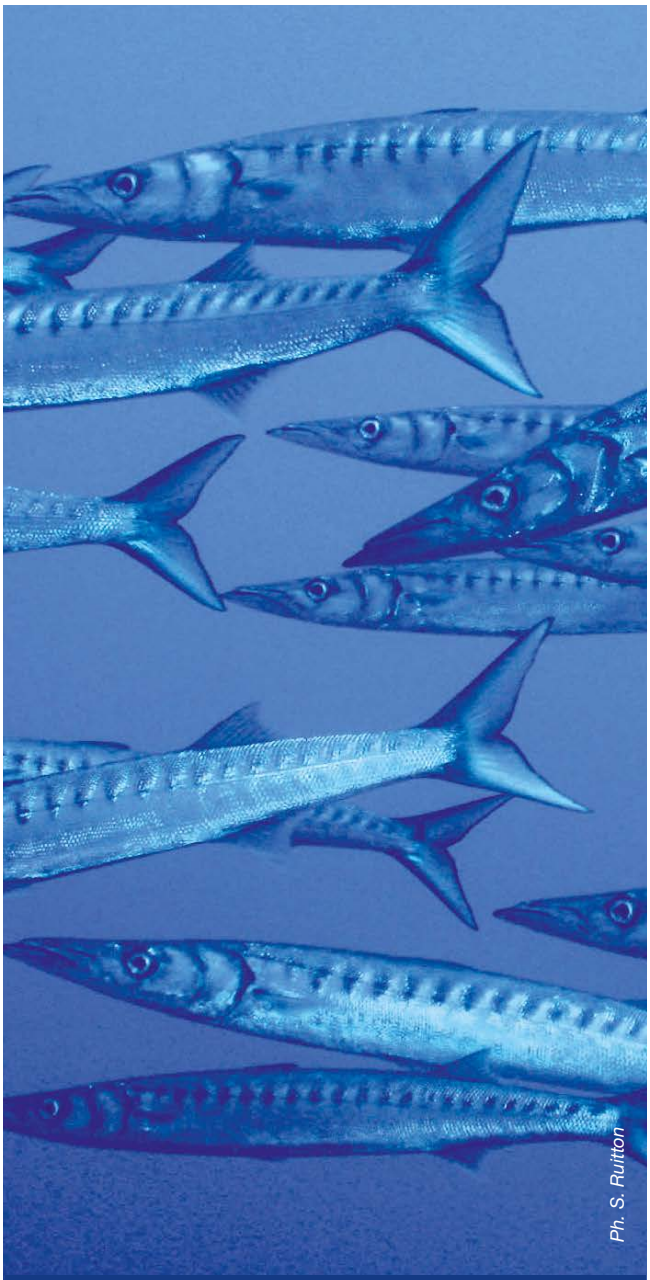
En ce qui concerne la modification de la biodiversité, il est plus difficile d'établir un lien direct avec le changement climatique même si nous observons l'apparition de nouvelles espèces. La Méditerranée occidentale d'aujourd'hui n'est pas celle d'il y a 30 ans. Par exemple, rencontrer de nos jours des bancs de barracudas est devenu monnaie courante. Et dans 30 ans, la biodiversité sera sans doute bien différente de celle que nous connaissons actuellement. Le climat ne fait peut-être qu'accélérer une évolution normale ? Qui détient la réponse à cette question ?

Quels seront les liens des agences de l'eau avec l'Agence française pour la biodiversité (AFB) qui se met en place actuellement ?

Les agences de l'eau sont déjà des acteurs importants qui agissent en faveur de la biodiversité. Elles auront de fait un lien fort avec la future agence de la biodiversité comme elles l'ont avec l'actuel Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA).

Au-delà des futures modalités financières de l'AFB qui mobiliseront les agences de l'eau, il reste aujourd'hui à savoir quelles seront exactement les prérogatives de cette nouvelle instance pour bien définir les limites de cette collaboration.

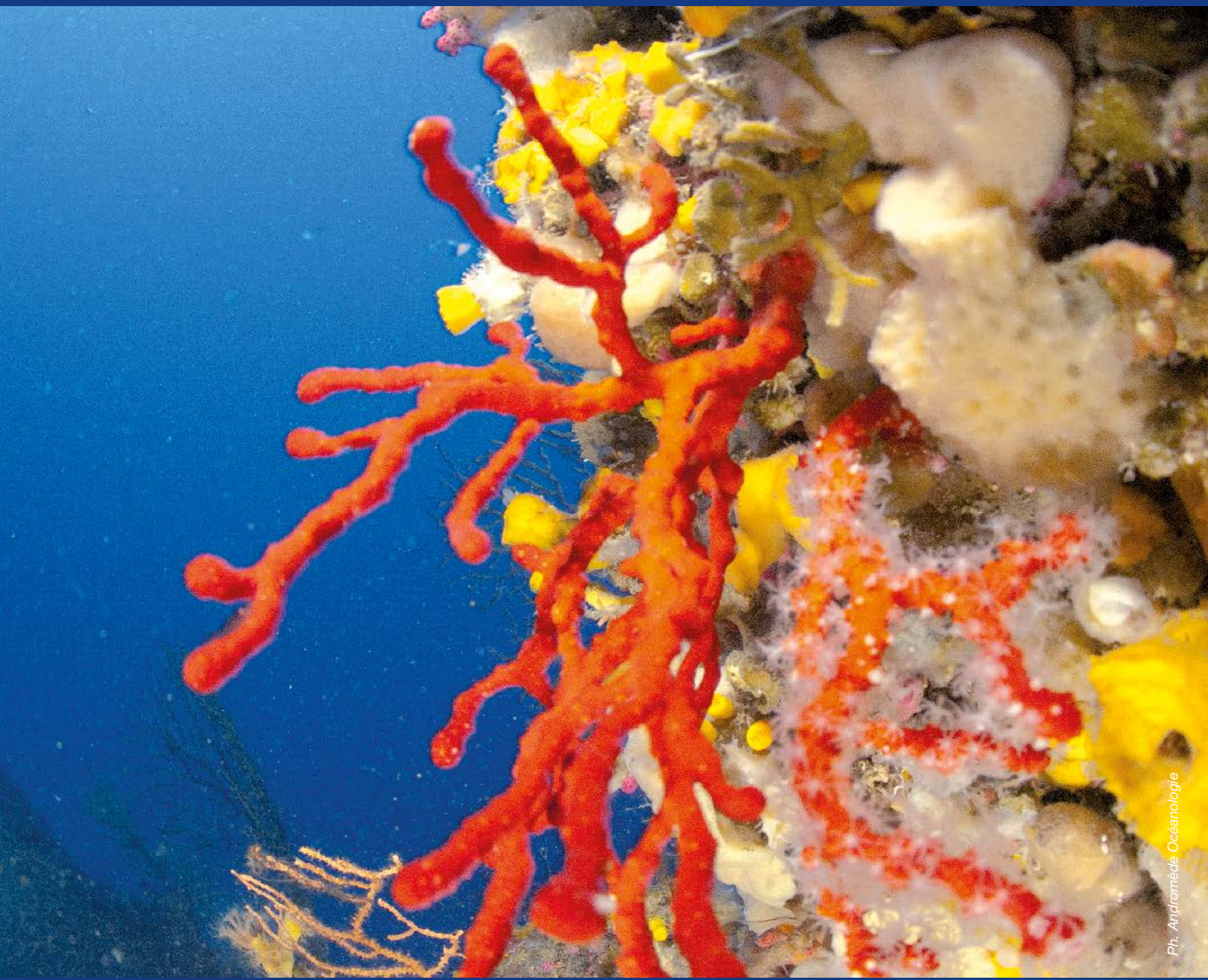
Dans tous les cas, la création d'une agence nationale sur cette thématique ne peut être que bénéfique.



Le barracuda est une des espèces qui ont migré depuis le bassin oriental de la Méditerranée. Ce poisson très vorace est aujourd'hui commun sur le littoral provençal.

> *« LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE D'AUJOURD'HUI N'EST PAS CELLE D'IL Y A 30 ANS »*

Juvéniles de castagnoles, Chromis chromis*, d'un bleu électrique.*



Coralligène : au premier plan, une branche de corail rouge endémique de Méditerranée.

>>

> *« CETTE CAPACITÉ IMPORTANTE D'AGIR VA DE PAIR AVEC UNE OBLIGATION D'EFFICACITÉ ET DE BONNE GESTION DE L'ARGENT PUBLIC QUI NOUS EST CONFIÉ »*

Comment s'est positionnée l'agence de l'eau dans les travaux de préparation de la conférence internationale sur le climat (COP 21) ?

Nous avions déjà entamé une réflexion générale sur le milieu marin en collaboration avec l'un de nos partenaires privilégiés, le Conservatoire du littoral. Au cours du mois d'octobre 2015, une réunion internationale a réuni toutes les agences de protection du littoral.

La problématique du changement climatique, de la mer et notamment du devenir des îles était abordée. Des recommandations ont été formulées. Elles ont constitué une contribution des îliens et des acteurs du littoral à la COP 21.

Peut-on dire que vous êtes une sorte d'interface entre les scientifiques et les politiques ?

Nous sommes vraiment au cœur du dispositif, entre les chercheurs, les décideurs comme les collectivités locales, les gestionnaires de milieux aquatiques, les ONG et l'État chargé notamment du volet réglementaire.

De par notre expertise technique dans de nombreux corps de métier et notre capacité à financer des actions grâce à notre programme d'intervention *Sauvons l'eau*, nous avons un rôle important pour initier des projets et accompagner leur réalisation. Cette capacité importante d'agir va de pair avec une obligation d'efficacité et de bonne gestion de l'argent public qui nous est confié.

Nous avons aussi la capacité d'argumenter et de défendre des positions techniques qui nous semblent mal adaptées. J'ai souvenir des dispositifs de surveillance de la qualité des eaux côtières de la directive cadre EAU où notre analyse divergeait significativement des recommandations scientifiques. Nous avons préféré développer une approche innovante. Quelques années plus tard, elle a fini par être reconnue au niveau national et européen.

Une grande consultation du public a été lancée, pendant le premier semestre 2015, sur l'eau, les inondations et le milieu marin.

Menée parallèlement dans tous les bassins hydrographiques de l'Union européenne, cette enquête a permis à chaque citoyen de s'exprimer sur les grandes questions d'avenir de la gestion de l'eau.

Les réponses permettront de mieux ajuster à la fois les plans de gestion nationaux et la mise en œuvre des directives européennes.

Travailler en parallèle sur la restauration du milieu marin méditerranéen

La qualité des eaux littorales s'est-elle améliorée ?

Complètement ! Il faut l'affirmer. Et arrêter de dire que tout est perdu ! Je me souviens, il y a quelques années sur les bancs de la fac, on nous disait : *« Dans 20 ans il n'y aura plus de poissons, plus rien, la Méditerranée sera morte »*. Et ce n'est pas le cas.

Le constat fait à l'époque était juste. La communauté scientifique qui a tiré la sonnette d'alarme a eu raison de le faire.

Mais depuis, grâce aux stations d'épuration, aux mesures de gestion, aux actions engagées,… la donne a changé. On voit bien que si on agit face à un problème, on fait bouger les choses.

C'est ce message-là qu'il faut retenir ! Poursuivons ces efforts et appréhendons les nouveaux enjeux comme la pollution d'origine pluviale, les microplastiques ou l'organisation des usages.

> *« IL FAUT ARRÊTER DE DIRE QUE TOUT EST PERDU ! »*

>>

Mais nous devons gérer aujourd'hui de nouvelles substances polluantes…

C'est vrai. Nous voyons apparaître – sans doute aussi parce que nous savons maintenant les mesurer - de nouvelles substances, de nouvelles molécules chimiques, des médicaments… Les stations d'épuration ne savent pas les traiter. Elles ne sont pas conçues pour cela.

C'est l'un des grands enjeux de demain. Il faut être optimiste même si la situation est plus complexe. Comment dire aujourd'hui aux citoyens d'arrêter de se soigner et de prendre des médicaments pour protéger la nature ? C'est en mettant tous les acteurs autour d'une table que l'on trouvera des solutions. Cela fait aussi partie de notre métier.

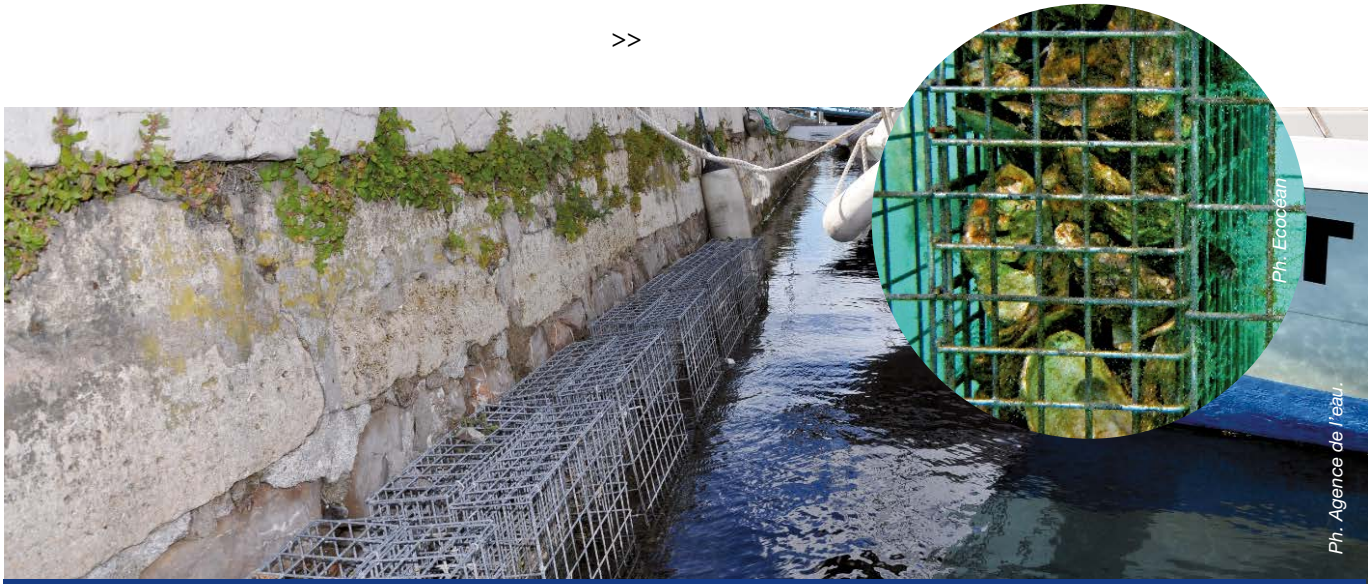
Comment a évolué la gestion de notre littoral ?

Je dirais qu'on se trouve aujourd'hui à la troisième étape. Des années 1960 aux années 2000, on a surtout cherché à fermer des robinets, à endiguer la pollution et ses effets. C'était prioritaire et indispensable. Les directives européennes nous ont amené à travailler sur la non-dégradation. Avec le recul cela paraît évident. Pas besoin de se soigner si on ne tombe pas malade. La prévention est la meilleure des solutions y compris dans l'environnement.

Aujourd'hui, on essaye de restaurer au mieux les secteurs abîmés, même si l'on sait parfaitement que nous ne leur redonnerons pas leur état originel. La restauration écologique permet de donner un coup de pouce à dame nature.

Les aménagements du littoral, ici le port et les chantiers de La Ciotat (Bouches-du-Rhône), ont irrémédiablement abîmé les fonds marins. La restauration écologique permet aujourd'hui de redonner vie à des zones appauvries.

>>



Le programme Nappex *est un exemple de restauration écologique. Son but est de rétablir le rôle de nurserie de petits fonds côtiers, notamment dans les ports, en offrant des habitats (ici des coquilles d'huitres) adaptés aux juvéniles qui peuvent s'y développer en sécurité.*

>>

Quels sont actuellement les grands axes suivis dans la restauration des petits fonds côtiers ?

En préambule, il faut bien comprendre que la restauration écologique n'a pas, contrairement à la non-dégradation, de caractère réglementaire. Même si elle est devenue nécessaire sur certains sites très abîmés, elle n'est pas obligatoire. Elle dépend de la bonne volonté d'acteurs soucieux d'améliorer les choses.

Cette absence de cadre formel nous impose de prendre des initiatives. Ce n'est pas toujours très intuitif. Le principal enjeu vient des aménagements de la zone côtière qui ont altéré significativement ou détruit totalement la fonction de nurserie des petits fonds. Il faut maintenant trouver des solutions peu coûteuses, efficaces, qui permettent de redonner un fonctionnement biologique correct à ces secteurs. On ne pourra jamais restaurer d'immenses superficies, mais on peut réhabiliter des surfaces restreintes avec une réelle efficacité écologique. N'oublions pas toutefois la nécessité de travailler en amont et d'impacter le moins possible le milieu, comme on le fait par exemple avec les mouillages organisés ou l'écoconception des ouvrages maritimes.

Les ancres de bateaux causent d'importants dommages aux herbiers de Posidonie.

Réduire notre impact sur le milieu marin, sensibiliser le public, en l'incitant par exemple à respecter les zones de mouillage organisées pour préserver l'herbier, est aujourd'hui primordial.

L'agence de l'eau a publié un guide de la restauration écologique de la Méditerranée en 16 chantiers types. Ils concernent à la fois les aménagements tels que les ports, les fonds marins altérés (comme la zone du Prado à Marseille qui a fait l'objet d'un programme ambitieux de restauration) et les zones à rejet, où après avoir travaillé sur l'amélioration de la qualité de l'eau, étape indispensable, on commence à s'intéresser à la qualité de l'habitat. Je pense que nous serons bientôt en mesure d'agir de façon significative sur ces secteurs. C'est une belle ambition.

« LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE PERMET DE DONNER UN COUP DE POUCE À DAME NATURE »

Producteur d'oxygène, lieu de ponte, nurserie pour de nombreuses espèces, la qualité de l'herbier de Posidonie témoigne de la bonne santé du milieu sous-marin.

Dans ce cadre, l'Agence de l'eau a initié le programme Landeau, mené par l'Institut océanographique Paul Ricard dans la lagune du Brusc. Comment s'inscrit-il dans cette démarche, et que vise-t-il notamment en termes de gestion des ressources vivantes ?

La lagune du Brusc (Var) est un lieu de nurserie pour de nombreuses espèces. Après capture, les post-larves de poissons rejoignent le Centre de recherche de l'Institut océanographique Paul Ricard où elles sont identifiées et mises en observation pendant quelques mois avant d'être relâchées.

C'est une opération pilote qui vise à mettre au point et à tester des méthodes de restauration des fonds marins dégradés. La lagune du Brusc a une histoire riche en activités halieutiques avec une fonction importante de protection et de production de poissons. Au cours des années passées, les usages et les aménagements de la zone littorale l'ont considérablement réduite.

À terme, si l'efficacité écologique de ces outils de restauration est confirmée et s'ils sont déployés, la qualité écologique de la zone devrait s'améliorer de façon sensible. L'activité de pêche locale en profitera directement. Les socioprofessionnels sont d'ailleurs très attentifs au bon déroulement de ce pilote.

Ce type d'opération sert de démonstrateur. Elle permet de faire évoluer la perception des acteurs sur la notion de restauration écologique. Elle apporte également une contribution à l'émergence d'une filière de génie écologique en milieu marin. Nous en avons besoin.

Tout l'enjeu des programmes de restauration est aujourd'hui de faire émerger une cohérence, entre la réglementation, les moyens à mettre en œuvre, les réalités scientifiques et techniques, la viabilité économique et la satisfaction des usagers. Il faut travailler sur cette globalité. Vous l'avez noté, c'est également très complexe !

Post-larves de pagre, Pagrus pagrus*, et de sar,* Diplodus vulgaris*, lors de leur capture.*

> *« IL FAUT REDONNER CETTE DIMENSION SOCIÉTALE À LA RECHERCHE, LA RENDRE ACCESSIBLE À CHAQUE CITOYEN »*

Pose d'un filet afin de capturer des post-larves de poissons.

De part et d'autre de Pierre Boissery (au centre), l'équipe de recherche de l'Institut océanographique Paul Ricard. De g. à dr., Sylvain Couvray, ingénieur d'études, Docteur en biologie marine ; Robert Bunet, ingénieur d'études, Docteur en biologie moléculaire, Post-doc en génétique et microbiologie ; Audrey Bauquis, stagiaire (master en océanographie) ; Jean-Luc Bonnefont, directeur de la Recherche, Docteur en biologie cellulaire ; Thomas Miard, ingénieur d'études ; Damien Kirchhofer, assistant ingénieur d'études. Absent sur la photo : Pr. Nardo Vicente, Docteur ès Sciences, responsable scientifique.

LES DESSOUS DE LA MER

Disponible en téléchargement sur le site : http://www.sauvonsleau.fr/jcms/c_7670/decouvrez-le-guide-du-littoral-mediterraneen-les-dessous-de-la-mer#.VPV4nWbXv6J

L'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse a publié Les dessous de la mer, un guide de la Méditerranée sous-marine qui cartographie tous les habitats jusqu'à 100 mètres de profondeur.

Réalisé en partenariat avec la société Andromède Océanologie, il est à la fois un instantané de la répartition des habitats, herbier, coralligène, fonds sableux, roches, mais apporte aussi un éclairage sur l'évolution des écosystèmes remarquables.

Pourquoi avoir choisi les scientifiques de l'Institut océanographique Paul Ricard pour mener ce programme ?

Les compétences scientifiques de cet institut sont reconnues. Coopérer sur son territoire de prédilection qu'est la lagune du Brusc est une évidence. C'est d'ailleurs un atout fort sur ce dossier.

Sur un plan plus personnel, j'ai des souvenirs de mon adolescence où je lisais avec plaisir et passion la revue d'information de l'Institut. Cette revue m'a donné envie de travailler sur la mer et de voir ce monde invisible sous la surface. Son contenu était soigné, avec des articles accessibles à des gens qui n'étaient pas des spécialistes.

Pour l'anecdote, j'ai donné toutes mes BD mais j'ai gardé précieusement mes exemplaires d'*Océanorama*. Il faut redonner cette dimension sociétale à la recherche, la rendre accessible à chaque citoyen. L'Institut a aussi été le premier à s'adresser aux industriels pour trouver avec eux des solutions, à une époque où personne ne parlait aux « méchants pollueurs ».

Cette recherche d'une solution partagée est toujours d'actualité, sans doute encore plus de nos jours. L'Institut apporte sa contribution. Et une île, c'est un symbole, un territoire à échelle humaine, indépendant, libre, où l'innovation est nécessaire, et surtout où l'on peut inscrire son travail dans la durée. C'est bien ce que fait l'Institut océanographique Paul Ricard depuis plus de 50 ans. Et quand on se retourne, on voit le chemin parcouru. ■

Propos recueillis par Isabelle Croizeau

LA LETTRE
D'INFORMATION
N°14 - 2015

*La navigatrice Catherine Chabaud à bord de l'*OcéanoScientific Explorer*, support du Tour de France des solutions pour le climat.*

CATHERINE CHABAUD AUX EMBIEZ…

Cap sur la COP 21

LE 17 AVRIL 2015, LA NAVIGATRICE FAISAIT ESCALE SUR L'ÎLE DES EMBIEZ, À LA RENCONTRE DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD. UNE VISITE PRIVÉE AVANT DE REJOINDRE LA SEYNE-SUR-MER POUR LA SECONDE ÉTAPE DU TOUR DE FRANCE DES SOLUTIONS POUR LE CLIMAT.

« Ce que nous voulons, c'est faire entendre la voix de l'océan, sensibiliser, informer et mobiliser. » Le message porté par Catherine Chabaud, ancienne ambassadrice de la plateforme *Océan & Climat*, et Patricia Ricard, est clair. Il s'agissait de placer les océans au centre du débat, conformément à leur rôle majeur dans l'équilibre climatique mondial, lors de la 21e conférence des Nations unies sur le climat (COP 21) qui a eu lieu en décembre 2015, à Paris.

C'est dans cette optique que Catherine Chabaud, entamait en avril, à Monaco, un Tour de France des solutions pour le Climat. Le but, alerter sur les impacts du changement climatique, mais aussi recueillir la parole de chacun et faire émerger des idées pour rédiger un livre bleu qui sera remis à chaque chef d'État à l'occasion de cette conférence internationale sur le climat.

« Un défi climatique, a-t-elle rappelé, *est lancé à tous les habitants de la planète. Cette mobilisation sera l'affaire des États mais aussi de nous tous, territoires, entreprises, citoyens, associations… Il s'agit de réduire les émissions de gaz à effet se serre mais aussi de donner aux écosystèmes, et notamment sous-marins, la capacité de remplir leur rôle. »*

Catherine Chabaud avec l'équipe de recherche de l'Institut, et Patricia Ricard, qui a insisté sur la nécessité de *« travailler ensemble et de croiser les connaissances pour relever les défis à venir »*.

DE MONACO À DUNKERQUE

Lancé le 1er avril 2015 à Monaco, le Tour de France des solutions pour le climat a fait escale en Méditerranée, à Nice, La Seyne-sur-Mer, et Sète ; puis le long de la côte atlantique, à Biarritz, Bordeaux, Saint-Nazaire, et Brest ; avant de rejoindre la Manche, à Cherbourg, Caen, et Boulogne-sur-Mer, pour s'achever à Dunkerque en juillet.

Imprimé sur papier 100% recyclé. IMPRIM'VERT

INSTITUT PAUL RICARD OCÉANOGRAPHIQUE
www.institut-paul-ricard.org