ISSN 1635-3064

INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE
PAUL RICARD

La Lettre d'information

CORB
POISSON TRÈS VULNÉRABLE

TOULON
PROVENCE MÉDITERRANÉE
TERRITOIRE PARTAGÉ

BIO-INSPIRATION

La nature comme modèle

Ph. Alexis Rosenfeld

N°12 - 2013

Et si on se demandait : "Que ferait la nature à notre place ?"

Dans une forêt, le plus grand des arbres a besoin du plus petits des organismes comme les champignons et les bactéries.

En fait, on se trouve dans une situation d'excellence où, chacun, du plus faible au plus fort, a besoin de l'autre. C'est vraiment une société de rêve puisque chaque individu est à la fois différent et utile à la collectivité. Pas de gâchis, pas de pollution et tout le monde travaille !

Cette ronde vertueuse fait ses preuves depuis près de quatre milliards d'années. Avec succès, des entreprises ont pris modèle sur la nature pour remplacer la traditionnelle hiérarchie pyramidale.

C'est un exemple de bio-inspiration, cette conception nouvelle de la nature, qu'évoque dans ce numéro le Pr. Gilles Boeuf, président du Muséum d'histoire naturelle et spécialiste reconnu de la biodiversité.

En fait, pour moi, cette nouvelle manière de penser est comparable avec l'invention du microscope, car c'est une autre façon de regarder la nature pour ouvrir un nouveau champ de compréhension. Elle oblige à ne plus séparer les espèces de leur espace, à avoir une vision plus large, plus complète et circulaire du monde qui nous entoure.

C'est aussi une conscience, car c'est percevoir la biodiversité comme un grand livre de solutions, et non plus comme un réservoir de ressources dans lequel on peut puiser sans limite.

Je pense qu'avec cette nouvelle approche de la nature, et toute l'ingéniosité qu'elle suppose, nous aurons une meilleure inspiration et plus de chance d'être durables.

Patricia Ricard
Présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard

// RECHERCHE

Développement durable / Dossier
BIO-INSPIRATION

1/ La nature comme modèle 3
- Le monde marin comme réservoir à idées
2/ Place actuelle et perspectives 15

Biodiversité

• **Le corb**
Poisson hautement vulnérable 20

// INFORMATION - SENSIBILISATION

• Carnet de bord 25

// ASSOCIATION

PARTENAIRES
• Entretien avec Gilles Vincent, vice-président de la Communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM) 29

CARNET
• Départ à la retraite : Yvan Martin, directeur de la Recherche de l'Institut océanographique Paul Ricard 38
• Hommage : Paul Gavarry 39

• La haute mer, avenir de l'humanité 40

LA LETTRE D'INFORMATION DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD
N°12 - 2013

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

En couverture : Baleine à bosse - Ses nageoires pectorales ont inspiré scientifiques et ingénieurs pour des applications industrielles. Un exemple de bio-inspiration ou l'art de prendre la nature comme modèle. Photo Alexis Rosenfeld.

Directrice de la publication : Patricia Ricard - **Rédacteur en chef :** Christian Frasson-Botton
Comité de rédaction : Patricia Ricard, Christian Frasson-Botton, Nardo Vicente, Alain Riva, Jean-Luc Bonnefont, Patrick Lelong, Yvan Martin, Karine Braneyre - **Maquette :** Camille Combes / Ouvreboîte, Marseille **Impression :** Espace Imprimerie, Marseille. Papier 100% recyclé, label Imprim'vert 2009.
Dépôt légal : juillet 2013.

INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD

Bio-inspiration

1 / LA NATURE COMME MODÈLE
2 / PLACE ACTUELLE ET PERSPECTIVES

ENTRETIEN AVEC GILLES BOEUF
PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ PIERRE-ET-MARIE-CURIE
PRÉSIDENT DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, PARIS.

Bionique, biomimétisme et plus récemment bio-inspiration... Ces termes différents désignent une même démarche ou presque, située entre biologie, science de l'ingénieur et entreprises. Voire philosophie.

Gilles Boeuf : *« La bio-inspiration se place dans une démarche qui me plaît beaucoup, assez orientale par le respect et le partage. On va voir, en fait, comment une réponse naturelle à une situation est résolue par le vivant. »*

Scratch de chaussures et graines de bardane, surfaces autonettoyantes et feuille de lotus, coques de navires et peau de requin, éoliennes et nageoires de baleines..., les exemples de solutions technologiques inspirées du génie de la nature ne manquent pas.

D'après un rapport du Sénat [(1)], *« La biodiversité du vivant doit conduire à une montée de l'industrie basée sur la biologie et la biotechnologie qui, jointe à la montée des nanotechnologies [(2)], sera un des ressorts de la prochaine révolution industrielle. Deux grands chantiers scientifiques et technologiques vont y contribuer : la bio-inspiration et les biotechnologies. »*

Scientifique de renom et grand spécialiste de la biodiversité, Gilles Boeuf s'est engagé dans cette voie à travers ses recherches, enseignements, mais aussi la communication et la vulgarisation.
L'objectif est de contribuer à donner à la bio-inspiration la place qui lui revient en France, à l'instar de celle qu'elle occupe déjà dans d'autres pays.

(1) www.senat.fr - Rapports d'Office parlementaire / Les apports de la science et de la technologie au développement durable - Tome II : La biodiversité : L'autre choc ? L'autre chance ? - *Troisième partie : Valoriser durablement la biodiversité/II* - Une des boîtes à outils de la quatrième révolution industrielle. *Rapport n° 131 (2007 - 2008) de MM. Pierre Laffitte et Claude Saunier, au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.*

(2) La nanotechnologie représente l'ensemble des études et des procédés de fabrication et de manipulation de structures (électroniques, chimiques, etc.), de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle de l'atome entre 1 et 100 nanomètres. Un nanomètre (nm) équivaut à un milliardième de mètre, soit 1/80 000 de l'épaisseur d'un cheveu.

BIO-INSPIRATION

1 / La nature comme modèle

> *“ S’inspirer de la nature paraît plus que judicieux. Au lieu d’aller tout dévaster en voulant tout réinventer, regardons un peu comment elle fonctionne, percevons-la comme un réservoir de solutions et d’idées. ”*

➔ PROFESSEUR GILLES BOEUF, LA BIO-INSPIRATION C’EST QUOI EXACTEMENT ? QUELLES DIFFÉRENCES AVEC LA BIONIQUE OU ENCORE LE BIOMIMÉTISME ?

En fait, ces termes recouvrent une même démarche, et l’usage de mots différents est purement historique.

La bionique [3] est née dans les années 1960 avec une démarche, en fait, très ingénierie : on allait observer finement des phénomènes naturels et on essayait de les comprendre sans les copier – je n’aime pas ce mot –, mais les utiliser dans le bon sens du terme, soit dans la conception d’un système, soit dans l’imitation de systèmes qui fonctionnent, avec une finalité industrielle.

Il est clair que l’on ne se situe pas dans une conception intellectuelle pure, mais à la charnière entre les sciences fondamentales et les sciences de l’ingénieur, et leurs applications par les entreprises.

C’est à la fin des années 1990, que la biologiste américaine Janine M. Benyus publie le livre fondateur du biomimétisme [4]. Elle y présente une philosophie extrêmement attractive d’une démarche intellectuelle qui ferait beaucoup mieux regarder, scruter, observer la nature pour en répliquer le génie dans de nombreuses applications : agriculture, fabrication de matériaux, production d’énergie, médecine...

Au terme de biomimétisme, je préfère celui, un peu plus moderne, de bio-inspiration, car il y a une dimension philosophique dans le fait de s’inspirer du monde naturel, mais aucune sémantique ne dresse de barrières très hautes entre bionique, biomimétisme et bio-inspiration. En anglais, il n’y a d’ailleurs qu’un seul mot pour désigner ces trois termes, c’est biomimicry.

En fait, chacun y met ce qu’il a envie de mettre, et dans la mesure où l’on parle du même sujet, c’est une bonne chose.

GILLES BOEUF

Spécialiste de la biodiversité des océans, Gilles Boeuf est professeur à l'Université Pierre-et-Marie-Curie (UMPC) et président du Muséum national d'histoire naturelle (Paris). Il effectue ses travaux de recherche au sein de l’Unité *« Biologie intégrative des organismes marins »* du Laboratoire Arago (Observatoire océanologique) à Banyuls-sur-Mer, dans les Pyrénées-Orientales.

Après avoir passé vingt ans à l’Institut français de recherche et d’exploitation de la mer (IFREMER), il a été directeur durant six ans de cet Observatoire océanologique, puis, pendant quatre ans, de l’Unité *« Modèles en biologie cellulaire et évolutive »*.

C’est un spécialiste de physiologie environnementale et de biodiversité. Il a longtemps travaillé sur la migration des poissons salmonidés et a abordé par des approches de physiologie expérimentale et d’endocrinologie divers mécanismes adaptatifs et évolutifs chez les animaux.

Il est l’auteur de plus de 400 publications nationales et internationales.

Gilles Boeuf a été membre de nombreux conseils scientifiques et a siégé neuf ans au Comité national de la Recherche. Il est aujourd’hui membre du Conseil scientifique du Patrimoine naturel et de la Biodiversité auprès du ministère de l’Écologie, du Développement durable et de l’Énergie, président du Conseil scientifique du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), membre du Comité scientifique du programme économie et biodiversité de la Caisse des Dépôts et Conciliations, membre des Conseils d’administration des Aires marines protégées et du CIRAD, membre de la Commission française de l’Unesco...

Ph. DR

Ph. Patrick - Fotolia.com

> *“Contrairement à la révolution industrielle, la révolution biomimétique ouvre une ère qui ne repose pas sur ce que nous pouvons prendre dans la nature, mais sur ce que nous pouvons en apprendre.*
>
> *Faire les choses à la manière de la nature offre en effet la possibilité de changer notre façon de cultiver, de fabriquer des matériaux, de produire de l’énergie, de nous soigner, de stocker de l’information et de gérer nos entreprises.”*
>
> *Janine M. Benyus*

➜ LA BIO-INSPIRATION PEUT CONCERNER DES FORMES, DES STRUCTURES, DES PROPRIÉTÉS ?

Oui, elle s’inspire des formes adoptées par les êtres vivants, des comportements, des matériaux, des interactions entre espèces, mais aussi du fonctionnement global des écosystèmes naturels et des concepts de cycles. (5)

Ces domaines relèvent autant de la physique, de la chimie, que de la biologie. Et, je le répète, jusqu’à la philosophie.

Il est vrai qu’au regard de l’essence même du naturel, entre l’inné et l’acquis – et si l’on ajoute en plus l’intelligence humaine –, cela amène à une réflexion intéressante parce que, par exemple, vous avez des organismes qui, confrontés à un événement perturbateur qu’ils n’ont jamais vécu, vont toujours répondre de la même façon. À croire que la réponse adaptée implique une programmation présente dans la mémoire acquise au cours de leur évolution.

En revanche, si des êtres humains se trouvent dans une situation qu’ils n’ont jamais vécue, il y aura autant de réponses que d’humains. Dans ce cas, c’est l’intelligence humaine qui va prévaloir afin de trouver la meilleure réponse sur l’instant pour s’en sortir le mieux possible.

Un esprit intelligent va réagir beaucoup mieux que celui qui ne l’est pas. Effectivement, ce n’est pas qu’une histoire de force physique pure !

>>

(3) Le mot bionic (bionique), a été proposé pour la première fois lors d’un symposium, en 1960, à Dayton (États-Unis), par le médecin et colonel Jack E. Steele, de l'U.S. Air Force. Cette discipline a connu la notoriété avec la série télévisée américaine : L'Homme qui valait trois milliards, *diffusée à partir de 1974 : l’histoire du colonel Steve Austin, ancien astronaute qui a marché sur la Lune et redevenu pilote d’essai pour la NASA. Lors d'un atterrissage en catastrophe, il est grièvement blessé, et certaines parties de son corps, le bras droit, les jambes et l'œil gauche sont remplacées par des prothèses bioniques à six millions de dollars (soit 3 milliards d'anciens francs, même si cette monnaie avait disparu 13 ans plus tôt). Steve Austin devient alors agent secret pour le Government Office of Scientific Information - Bureau gouvernemental de l'information scientifique.*

(4) Biomimicry : Innovation Inspired by Nature, *by Janine M. Benyus, Harpercollins Publishers, 1998. Traduction française, Céline Sefraoui, sous le titre Biomimétisme :* Quand la nature inspire des innovations durables, *éditions rue de l'Échiquier, 2011.*

(5) Recyclage de la matière minérale ou organique : cycles biogéochimiques, cycles de l’eau, de l’azote…

>>

En 3,85 milliards d'années d'évolution, le vivant a subi des agressions terribles. On dit souvent qu'il est harmonie, et cette harmonie est détruite régulièrement par des événements extérieurs comme des séismes, des tsunamis, des guerres, et tout ce que l'on peut imaginer.

À chaque fois, le vivant est forcé de réagir, et la réponse la plus nette aux changements environnementaux au cours de l'histoire de la vie, c'est la spéciation. Devant l'agression, la nature va mettre en œuvre tout un patrimoine génétique pour induire de nouvelles espèces et, chemin faisant, par le biais de la sélection naturelle, obtenir le meilleur résultat possible.

Le vivant a traversé pas moins de cinq crises majeures au cours des 600 derniers millions d'années. Par exemple, la crise la plus spectaculaire, celle du Permien-Trias, survenue il y a 251 millions d'années, a vu l'extinction de près de 96 % des espèces, autant marines que terrestres.

Comme le révèle l'histoire de notre planète, après des événements extrêmes, la vie résiste, s'adapte et converge à nouveau vers l'harmonie en développant des solutions étonnantes.

Mais comme le disait le paléontologue américain Stephen Jay Gould, il y a de très, très longues périodes durant lesquelles *« il ne se passe pas grand-chose. »*

Ce qui est intéressant – d'ailleurs les ingénieurs et les mathématiciens ne comprennent pas toujours les questions liées à l'évolution –, c'est que les réponses fortement improbables de la nature finissent par se produire devant l'espace-temps qui représente des centaines de millions ou milliards d'années.

Seul l'océan ouvert est finalement très stable et n'est pas très propice à créer des espèces nouvelles en permanence. Elles sont apparues, se sont bien adaptées au milieu et elles durent beaucoup plus longtemps que sur les continents ; et puis des événements brutaux et en profondeur sont vraiment nécessaires pour changer l'océan.

Pour modifier la température de l'eau, il faut beaucoup d'énergie. Il est plus difficile de chauffer de l'eau que de l'air. Des exemples relevés en mer montrent qu'un écart de température inférieur à 0,5 degrés entre le plus chaud et le plus froid sur l'année fait réagir le vivant. [6]

La bio-inspiration tire parti de toutes ces réponses faites par la nature à des agressions et à des situations nouvelles.

Pour les choses prévisibles, c'est un peu différent. Par exemple, à l'équinoxe, quand la durée de la nuit égale celle du jour, et j'aime faire cours à mes étudiants ce jour-là pour leur dire : *« Vous vivez un événement spécial. Toutes vos hormones sont en train de changer ! »*. Ils ne s'en rendent pas compte du tout [7]. Et l'on bascule d'un système de jour court et de nuit longue (ou l'inverse) à un autre. Depuis longtemps, le vivant sait que cet événement va se produire.

Dans ce cas de figure, la bio-inspiration sera d'observer la prise en compte de l'événement par le vivant et de l'utilisation qu'il en fait : par exemple, chez le bélier au niveau des signes de reproduction ou encore sur les petits saumons dont la migration [8] est déclenchée un mois après.

➔ QUELLES SONT LES TEMPS FORTS DE L'HISTOIRE DE LA DÉMARCHE BIO-INSPIRÉE ? LÉONARD DE VINCI QUI A OBSERVÉ LES OISEAUX POUR DESSINER SES MACHINES VOLANTES FAISAIT-IL DÉJÀ DE LA BIO-INSPIRATION SANS LE SAVOIR ?

Oui, bien sûr. Tous les avions ont été conçus en observant les oiseaux, ou parfois des chauves-souris.
Forcément, la démarche de Léonard de Vinci et celles d'autres grands penseurs de la technologie relèvent de la parfaite bio-inspiration.

> *« La démarche de Léonard de Vinci et celles d'autres grands penseurs de la technologie relèvent de la parfaite bio-inspiration. »*

C'est en observant planer une grande roussette des Indes que Clément Ader a conçu son avion, *Éole*, directement inspiré de la morphologie de cette chauve-souris. Dans le parc du château de Gretz-Armainvilliers, le 9 octobre 1890, il a réussi à faire décoller cette machine d'une vingtaine de centimètres du sol sur 50 mètres environ.

Les deux frères américains Orville et Wilbur Wright se sont totalement inspirés des vautours pour concevoir leur avion et effectuer le premier vol motorisé contrôlé, en 1903.

Aujourd'hui, les ailes d'avion présentent une extrémité relevée depuis qu'on a observé, dans les Pyrénées, un grand rapace voler à une vitesse incroyable rien qu'en recourbant les plumes de l'extrémité de ses ailes.

Sans en connaître la raison, d'entrée on s'est inspiré de ce phénomène naturel pour étudier l'ajout d'ailettes – *winglets*, en anglais –, au bout des ailes d'avions.

Actuellement, des Airbus et des Boeing sont équipés de tels systèmes qui permettent d'augmenter la portance et de réduire les turbulences. Ce qui se traduit par un gain de 20 % de kérosène, d'après la compagnie Air France.

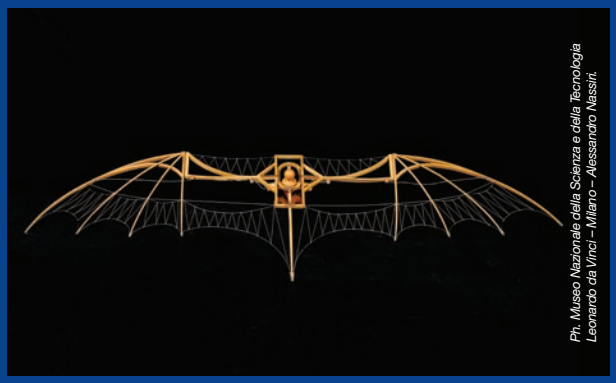
C'est génial ! On vole plus vite en consommant moins de carburant et en polluant moins.

>>

(6) De fait, les organes sensoriels des êtres vivants présentent une meilleure sensibilité que les capteurs industriels.

(7) Le Printemps, l'Automne sont des saisons qui influencent les organismes soumis au rythme du soleil en rapport avec la durée du jour. Le chamboulement hormonal important qui s'en suit va modifier le fonctionnement des organismes en relation, entre autres, avec la reproduction.

(8) La smoltification est une véritable métamorphose qui affecte le jeune saumon, le transformant d'un animal d'eau douce en un animal marin, et aboutit à la migration.



Ph. Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci – Milano – Alessandro Nassiri.

L'ALIANTE DE LÉONARD DE VINCI

Ce modèle de machine volante – transposition d'observations sur le vol des oiseaux –, est exposé jusqu'au 18 août 2013 à la Cité des Sciences et de l'Industrie de Paris dans le cadre de l'exposition : " *Léonard de Vinci. Projets, dessins, machines* ", construite autour de la collection de maquettes du *Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia* de Milan créées dans les années 1950, à partir de dessins du grand savant et peintre.
Aujourd'hui, des chercheurs continuent à étudier la nature avec attention pour créer machines et matériaux nouveaux, reprenant à leur compte la démarche intuitive de Léonard de Vinci.

L'exposition sera ensuite présentée à Munich, en Bavière, du 10 octobre 2013 à la fin du printemps 2014.

Ph. Musée Clément Ader

Pour concevoir son avion, Clément Ader s'est directement inspiré de la morphologie d'une chauve-souris. Ici, l'avion III (1897), version plus perfectionnée de l'Éole : d'un poids de 258 kg à vide, il est doté de deux moteurs à vapeur qui actionnent deux hélices avec armature en bambou, pales en soie et papier.
Offert en 1903 au Conservatoire des arts et métiers, à Paris, l'avion est toujours présenté dans l'escalier d'honneur du Musée.

Ph. AIRBUS S.A.S. 2013 - computer rendering by FIXION - GWLNSD

Airbus A320 pourvu d'ailettes (winglets) en bout d'ailes, imitant les plumes d'oiseaux.

>>

➔ CONCRÈTEMENT, QUELLES SONT LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA BIO-INSPIRATION ? EST-CE D'ABORD DE DÉCOUVRIR DANS LE MONDE VIVANT DES ASPECTS OU COMPORTEMENTS INTÉRESSANTS ; PUIS DE CHERCHER À LES COMPRENDRE, LES EXPLIQUER ET, ENFIN, ESSAYER DE LES REPRODUIRE ?

D'abord, il faut bien voir qu'en aucun cas la bio-inspiration n'est une discipline scientifique. C'est une démarche. Je ne suis pas un spécialiste de bio-inspiration ; je réfléchis à des protocoles généraux, avec une philosophie selon deux aspects :

- ou bien, a priori, je cherche de la bio-inspiration pour résoudre un problème technologique. Et au lieu de se dire bêtement : *« Je vais tout réinventer »*, je vois ce qui se passe dans la nature. Par exemple, je cherche un matériau tissable qui soit léger et résistant comme le vivant sait le faire. Et je pense au fil de soie des toiles d'araignées.

NDLR – La démarche s'est avérée pertinente puisque ce biomatériau est cinq fois plus résistant que l'acier et trois fois plus que le kelvar, la fibre synthétique des gilets pare-balles. Il pourrait servir à la création de prothèses et d'outils médicaux, voire de nouveaux gilets pare-balles et des ceintures de sécurité de meilleure élasticité.

- ou alors, la bio-inspiration est le fruit du hasard. Je fais de la recherche fondamentale et je tombe sur un fait : des moules fortement fixées par leur byssus sur les rochers, résistant contre vents et marées.

NDLR – Les recherches sur ce byssus ont notamment débouché sur l'élaboration de colles chirurgicales.

Pour se fixer sur un support humide, la moule élabore à l'aide de son pied un byssus : ensemble de filaments d'une adhérence étonnante. Une équipe scientifique vient d'en connaître le secret qui réside dans l'interaction de deux protéines. Cette découverte ouvre la voie au développement de colles de nouvelle génération qui auront toute leur utilité en médecine.

➔ DANS UN DEUXIÈME TEMPS, APRÈS L'OBSERVATION, ON ESSAIE DONC D'EXPLIQUER, DE COMPRENDRE AVANT D'IMITER...

Oui, à partir de là, avec l'ingénieur, il y a deux attitudes possibles :
- après avoir identifié par criblage dans la nature une propriété chimique, physique, médicale, on va essayer de mieux comprendre comment elle fonctionne pour aller plus loin. Ainsi, l'étude de l'écholocalisation des chauves-souris ou des dauphins a conduit à l'invention des sonars et radars.
- l'autre démarche est de commencer à décortiquer des phénomènes naturels pour les comprendre, avant de créer effectivement ce dont on a besoin pour réaliser le développement technologique : par exemple, ces extraordinaires bactéries ou plantes supérieures capables de stocker de hautes doses de métaux lourds très toxiques et utilisées aujourd'hui pour dépolluer des sols industriels.

La clé des traitements anticancéreux performants, c'est autant de la recherche fondamentale de mécanismes que du criblage, pas très attrayant parce que routinier pour un scientifique : on s'intéresse à toutes les plantes de la Terre, puis on entreprend une série de tests biologiques sur celles-ci pour identifier les molécules qui présentent une activité biologique intéressante, dans la perspective de la recherche d'un médicament. [(9)]

Dans la pratique, il y a nécessité d'associer les deux démarches, sinon on risque de ne pas aboutir tout de suite.

➔ POUVEZ-VOUS ILLUSTRER VOS PROPOS EN CITANT QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS DE BIO-INSPIRATION DANS DES DOMAINES DIFFÉRENTS ?

• L'un des plus connus des exemples de bio-inspiration, c'est la bardane et l'invention du scratch.

On s'est tous baladés dans la nature, seul ou avec un chien, et on revient souvent avec plein de boules végétales accrochées aux poils de son animal et à son pantalon.

Poils de chien ou d'autres mammifères, plumes d'oiseaux, humains..., les plantes ont trouvé là un fabuleux moyen de disséminer gratuitement et efficacement leurs graines sur une longue distance.

C'est en examinant de plus près les crochets agrippants du fruit de bardane, que l'ingénieur suisse Georges de Mestral a eu l'idée de faire adhérer deux matériaux d'une manière simple et réversible pour créer la bande Velcro – de velours et crochets –, plus communément appelée scratch.

• La feuille de lotus est hydrophobe, c'est-à-dire qu'elle a la capacité de rester sèche dans une atmosphère humide. Et cela, grâce à de microstructures qui réduisent considérablement la surface de contact entre la feuille et les gouttes de l'eau de pluie qui glissent en entraînant toutes les impuretés. Cet effet autonettoyant a notamment été exploité avec succès par des fabricants de vitres et de peintures extérieures.

• On a découvert le secret des geckos, ces petits lézards capables de grimper sur des vitres très lisses. L'examen de près de leurs pattes, et plus particulièrement de leurs doigts, a montré qu'ils étaient recouverts de millions de petits poils. C'est à ce niveau qu'agissent les forces de Van der Waals – de nature électrostatique –, pour soutenir le poids de l'animal.

Cette technique d'adhérence naturelle sans colle propre au gecko ouvre des voies d'applications absolument géniales, car elle est 600 fois supérieure aux meilleurs rubans adhésifs. Parmi ces applications, l'amélioration de l'adhérence des pneus à la route ; des robots-geckos pourraient intervenir sur les coques de navires et les satellites.

>>

(9) A partir de plantes médicinales ou vénéneuses, deux grandes classes d'anticancéreux ont été isolées : les alcaloïdes bi-indoliques comme la vinblastine, de la Pervenche de Madagascar (Catharanthus roseus, Apocynaceae) *et le taxol, des ifs* (Taxus spp, Taxaceae)

La bardane est une plante aux multiples vertus, très commune en bordure des chemins. Son fruit est à l'origine de l'invention du scratch.

Formation de gouttelettes d'eau sur une feuille de lotus.

Le gecko défit la gravité avec ses pattes adhésives.

TERMITIÈRE

Ph.gauche : Aga Khan Award for Architecture/Michael Pearce Partnership
Ph. droite : Eric Isselée - Fotolia.com

La température interne des termitières est régulée par un moyen de ventilation très efficace. Cette technique est appliquée à l'Eastgate building, à Harare, au Zimbabwe.

>>

• Il y a aussi ce petit coléoptère endémique du désert de Namibie. Tout noir, *Stenocara gracilipes* qui absorbe tout le spectre lumineux, et ne sort que la nuit, car il fait 50 degrés au sol, le jour.

La structure de ses élytres lui permet de collecter la rosée du matin, et une seule goutte d'eau qui parvient jusqu'à sa bouche est suffisante pour sa consommation journalière. Ainsi, l'insecte a sa propre usine à faire de l'eau, là où il ne pleut jamais.

Ce système ingénieux a servi de modèle pour construire en plein désert d'Atacama, au Chili, des stations qui produisent de l'eau. [10]

• L'étude des techniques naturelles de ventilation des termitières a permis à un architecte de concevoir l'Eastgate building, à Harare, au Zimbabwe, qui peut autoréguler sa température intérieure. La ventilation ne coûte qu'un dixième de celle d'un immeuble climatisé standard, et l'Eastgate building consomme 35 % d'énergie de moins que six immeubles traditionnels.

• Les protéines anti-gel découvertes chez des poissons osseux de l'océan austral pourraient notamment déboucher sur des utilisations en médecine pour préserver des tissus pour les transplantations et les transfusions, plaquettes sanguines par exemple, et dans l'agriculture pour protéger les cultures contre le froid.

>>

(10) Voir Océanorama n° 25 - 1995 - Chungungo, the village that drinks fog.

VOL DU HIBOU ET PLONGEON DU MARTIN-PÊCHEUR

GÉNIE DE LA NATURE

Ces deux oiseaux ont inspiré les ingénieurs qui ont conçu le train à grande vitesse japonais (Shinkansen). Le vol du hibou est particulièrement silencieux. L'explication vient du nombre élevé de petites plumes dentelées de ses ailes qui permettent de diminuer considérablement le bruit des petits tourbillons d'air quand il vole.

Pour attraper ses proies, le martin-pêcheur plonge comme une flèche dans les rivières. Il pénètre dans l'eau en perdant le moins de vitesse possible et en limitant les remous grâce à la forme de son bec qui est très aérodynamique.

BIO-INSPIRATION

En reproduisant la structure des ailes de hibou pour dessiner les pantographes qui alimentent le Shinkansen en énergie, les ingénieurs ont réduit les nuisances sonores pour le confort des passagers et le respect de l'environnement.

En donnant au train une forme rappelant celle du bec du martin-pêcheur, les chercheurs japonais ont limité l'effet de choc ressenti dans un train qui entre dans un tunnel à 300 km/h et qui est ralenti par la compression de l'air dans cette enceinte semi-fermée.

Les résultats sont édifiants : un train 10% plus rapide,15% d'économie d'électricité et une diminution de la nuisance sonore dans les tunnels...

Ph. bolga2b - Fotolia.com

Ph. Wendi evans - Fotolia.com

Ph. Paylessimage - Fotolia.com

>>

➔ LES MATÉRIAUX CONSTRUITS PAR LES ÊTRES VIVANTS ONT-ILS DES PROPRIÉTÉS PARTICULIÈRES PAR RAPPORT AUX PRODUITS INDUSTRIELS ?

Pour moi, les insectes ont inventé l'un des plus fabuleux biomatériaux qui existent : la chitine. Beaucoup plus résistante que l'os humain, beaucoup plus légère, cette chaîne moléculaire de la famille des glucides ne se casse pas, elle est souple. Ha ! Si on était en chitine…
Prenez la carapace d'un scarabée. Il n'y a aucun produit qui soit aussi léger face à sa résistance et à sa capacité à ne pas casser, et même plus résistant que n'importe quel acier.

Les squelettes d'éponges constituent un biomatériau incroyable, plus solide que le béton, plus léger, poreux et pas difficile à produire. Les bâtiments de demain pourraient s'inspirer de ce matériau naturel.

Euplectella aspergillum *fait partie des éponges siliceuses. Elles font l'objet d'études sur la rigidité et la solidité de leur squelette, ainsi que sur la synthèse de ce biomatériau. Déjà, on assiste à la réalisation en laboratoire de microfibres de dioxyde de silicium dont le procédé s'inspire des éponges marines.*

➔ LA BIO-INSPIRATION ET L'EXPLOITATION DU VIVANT OFFRENT DONC DE BELLES PERSPECTIVES DANS LES MATÉRIAUX DE DEMAIN ?

C'est sûr, nous allons vers un système de diminution, sinon de disparition des ressources finies. On recycle, on gaspille beaucoup moins... C'est dans notre intérêt, et il faut maintenant aller chercher des ressources naturelles qui sont faciles à récupérer. La nature a mis du temps à les inventer avec un maximum d'efficacité et un minimum de coût énergétique. Il faut l'admettre.

Deux collègues, Robert Barbault et Jacques Weber, ont écrit un ouvrage intitulé : *« La vie, quelle entreprise ! »*.

Vous vous rendez compte, une entreprise qui tient depuis 3,85 milliards d'années, c'est quand même pas mal, formidablement durable !
S'inspirer de la nature paraît plus que judicieux. Alors, au lieu d'aller tout dévaster en voulant tout réinventer, regardons un peu comment elle fonctionne, percevons-la comme un réservoir de solutions et d'idées.

➔ JUSTEMENT, PEUT-ON ENVISAGER DES SOLUTIONS VERTES POUR RÉPONDRE AUX BESOINS DE NOUVEAUX MODES DE DÉVELOPPEMENT ?

Oui, et je pense d'abord à la chimie verte qui est respectueuse de l'homme et de son environnement tout en permettant un développement économique efficace et durable. C'est l'avenir de la chimie. En plus, cette science va pouvoir se sortir d'une image bien ternie après les pesticides.

On est capable aujourd'hui de décontaminer des sols avec des bactéries ou des plantes qui fixent dans leurs tissus des métaux lourds ultratoxiques comme le zinc, le nickel, le cadmium, le cuivre...

Cette dépollution naturelle est absolument extraordinaire. Je crois que nous devons recycler, transformer les substances que l'on utilise.

Mais les plus beaux exemples de bio-inspiration restent les grands équilibres, les grands cycles biogéochimiques de la planète : cycles de l'eau, du carbone, de l'azote, du phosphore...

On l'a vu, la bio-inspiration s'intéresse aux formes, aux couleurs, aux propriétés physiques ou chimiques observées dans le monde vivant, mais là, elle s'étend aux systèmes de fonctionnement. Par exemple, on reproduit des usines de recyclage – les mêmes que fait la nature dans un tube digestif –, pour le traitement biologique des eaux usées.

Comme l'affirme le biologiste William Cooper, *« La nature regorge de systèmes – prairies, récifs coralliens, forêts de chênes et de hêtres, forêts anciennes de séquoias et de pins d'Oregon, etc. –, pouvant servir de modèles à une économie durable. Ces écosystèmes matures font tout ce que nous souhaitons faire. Ils s'auto-organisent en une communauté diverse et unie d'organismes ayant des buts communs, tels que savoir se maintenir dans un lieu donné, utiliser au mieux tout ce qu'il offre de disponible et durer. »* [4]

En agriculture et en aquaculture, des théories et des pratiques nouvelles sont ainsi tirées de l'observation des écosystèmes naturels. De même, certains schémas d'organisation de systèmes industriels et commerciaux sont inspirés du vivant. Des entreprises tentent de reproduire le fonctionnement d'une forêt de séquoias.

>>

Ph. SandyS - Fotolia.com

Les séquoias géants restent confinés en Californie (USA). Ils atteignent habituellement une hauteur de 50 à 85 mètres pour un diamètre de 6 à 8 mètres.

Ph. vlad61_61 - Fotolia.com

Les récifs coralliens sont, avec les forêts tropicales, les écosystèmes les plus riches en biodiversité, ainsi que les plus complexes et les plus productifs de la planète.

>>

La nature présente aussi énormément de symbioses. C'est dire que la bio-inspiration joue aussi sur la capacité des espèces à s'entraider, une stratégie de base du vivant pour assurer sa durabilité.

➔ NOUS VENONS DE VOIR QUE LA DÉMARCHE BIO-INSPIRÉE PEUT APPORTER DES RÉPONSES INNOVANTES AUX GRANDES QUESTIONS ACTUELLES EN TERMES DE PRODUITS, DE PROCÉDÉS ET D'ORGANISATION. MAIS QUELLE EST LA PLACE DE L'ÉTHIQUE ?

C'est le point critique. Sur un plan éthique, quelle est la position de quelqu'un qui veux rester sur son humilité pour observer et créer à partir d'éléments naturels qui sont efficaces ? On tombe sur des aspects quelquefois compliqués. Par exemple, en France, un grand programme comme celui de l'amélioration des plantes. Pour moi, en tant qu'écologue, c'est gênant d'un point de vue éthique, car je ne vois pas comment on peut le faire et par rapport à quoi ?

La position d'humilité est bien mieux que celle de gens qui pensent que l'humain a été créé pour maîtriser, voire dominer la nature. Ceci me fait hurler.

Il faut que chacun change, les sociétés humaines aussi. Se dire : *« Je fais partie intégrante de la nature et n'en suis pas écarté. »* Et, surtout, arrêtons de laisser le pouvoir aux mains de quelques grands groupes trop cupides. En France, l'histoire des semences, des OGM est quand même incroyable.

Pour revenir à votre question, oui, au départ, il y a une position éthique de la bio-inspiration qui m'est beaucoup plus sympathique, et qui est notre forme de pensée, une sorte de réflexion globale. Après, restons pragmatiques, il faut que les sciences de l'ingénieur et l'industrie s'emparent rapidement des recherches bio-inspirées, car rien ne sert de développer des idées qui ne sont pas appliquées. Le rôle de l'entreprise est aussi fondamental, c'est bien elle qui crée les emplois !

Une telle démarche devrait déboucher assez vite, car je pense que, sans elle, il n'y aura pas de transition écologique utile pour maintenir sept milliards d'humains en bonne santé et pas trop malheureux.

➔ QU'EST-CE QUE RECOUVRE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ?

C'est être capable de basculer de la cupidité à un nouveau modèle de développement durable, c'est-à-dire que l'on revient aux mots partage, respect et humilité à l'égard de la nature.

C'est quelque chose de très important qui demande un profond changement d'attitude de notre part sur des aspects essentiels : questions énergétiques, pollution et gaspillage de l'eau, impacts des activités humaines sur le climat, perte de la diversité biologique...

En 1915, alors que l'on ne parlait pas encore d'écologie, le grand penseur indien, Sri Aurobindo, disait déjà que l'homme ne pouvait plus supporter le *« développement gigantesque de la vie extérieure sans un changement intérieur : si l'humanité veut survivre, une transformation radicale de la nature humaine est indispensable »*.
C'est cela la transition écologique, plus un changement de comportement qu'autre chose.

> *“ Il faut que le développement humain arrête d'avoir une éthique purement utilitariste, tournée vers le profit. Alors, moins d'arrogance, du respect et du partage ! ”*

➔ ALORS, COMMENT PEUT-ON VRAIMENT CHANGER D'ATTITUDE ?

En fait, il faut que le développement humain arrête d'avoir une éthique purement utilitariste tournée vers le profit. Alors, moins d'arrogance, du respect et du partage !

Une éthique implique un besoin viscéral de se dépasser, d'avoir envie... Et dans la mesure où elle ne crée pas vis-à-vis d'un tiers ou de la nature des effets pervers, allons-y ! L'humain adore faire ou réaliser des choses qui ne servent à rien !

C'est profondément humain mais pour l'instant, les générations actuelles n'en prennent pas le chemin. Les financiers ont toujours la main partout.

➔ ET LE POSTULAT, C'EST PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ POUR SAUVEGARDER UNE SOURCE D'INNOVATIONS DURABLES QUASI ILLIMITÉE...

Chaque espèce vivante qui disparaît est une bibliothèque qui brûle : si nous perdons une espèce, nous perdons l'innovation qu'elle aurait pu nous inspirer.

Un pharmacien canadien disait : *« Je plains mes collègues de 2040 qui voudront faire des médicaments à partir de plantes qui auront disparu 30 ans auparavant. »* C'est terrible, en fait.

Les exemples de molécules déjà extraites du vivant et utilisées comme anti-cancéreux, antibiotiques, antiviraux, anti-champignons abondent. On estime à quelque 25 000 le nombre de produits d'intérêt pharmacologique ou cosmétique déjà extraits de l'océan.

Plusieurs Prix Nobel de médecine ont été obtenus à partir de modèles aquatiques : Metchnikoff a découvert la phagocytose [11] grâce à l'étoile de mer ; Charles Richet l'anaphylaxie grâce à la méduse ; Andrew Huxley et Alan Hodgkin, la transmission de l'influx nerveux grâce à l'axone de calmar ; Éric Kandel a découvert les bases moléculaires de la mémoire grâce à la limace de mer ; Timothy Hunt, les molécules clés impliqués dans le développement des cancers (cycline et kinase) grâce à l'étoile de mer...

(11) Mécanisme qui permet aux cellules spécialisées ou aux organismes unicellulaires, l'ingestion de particules telles que des bactéries et autres débris. Ainsi, les microbes sont détruits par certaines catégories de leucocytes (globules blancs), appelés phagocytes.

BIO-INSPIRATION

2 / Place actuelle et perspectives

Ph. DR

> *« En France, la place de la bio-inspiration est faible. Quelques chercheurs et ingénieurs, par hasard ou intérêt personnel, se sont lancés dans l'aventure. »*

➔VENONS-EN À LA PLACE ACTUELLE DE LA BIO-INSPIRATION, EN FRANCE, ET CE QU'ELLE PEUT APPORTER DANS LE FUTUR...

C'est la vraie question. Des pays sont plus ou moins avancés en ce domaine.
En Europe, l'Allemagne est celui qui fait le plus d'efforts.
En France, la place de la bio-inspiration est faible. Quelques chercheurs et ingénieurs, par hasard ou intérêt personnel, se sont lancés dans l'aventure.
Mais la recherche est très mal organisée et encore sans programmes clairement reconnus, écrits par le CNRS, l'INRA, le Muséum national d'histoire naturelle ou autres, disant : *« Allons-y ! On s'intéresse à la bio-inspiration en mettant des moyens. »*

C'est ce qui ressort du colloque organisé par le Muséum national d'histoire naturelle et le ministère de l'Écologie, en décembre 2012, sur le thème : *« Recherches bio-inspirées – Une opportunité pour la transition écologique »*.

Pour la première fois, étaient réunis des scientifiques intéressés, des ingénieurs, beaucoup d'entreprises. Et des gens dont c'est un peu le métier. À ce propos, chacun doit vivre de son métier, mais on ne peut pas consacrer son temps à prôner des systèmes mis en place par d'autres. Il faut passer à des vitesses supérieures.

D'ailleurs, certains m'ont dit : *« Le colloque était génial mais il n'est pas allé assez loin dans les démonstrations finales. »*

>>

>>

➔ ALORS, Y A-T-IL UNE RÉELLE VOLONTÉ DE FAIRE AVANCER LES CHOSES ?

Dans notre pays, cette volonté n'existe pas aujourd'hui de façon collective. En tout cas, pas suffisamment. Ce genre de colloque qui était uniquement d'initiation devrait permettre des avancées. Il a d'ailleurs eu un très beau rebondissement puisque l'Agence nationale de la recherche (ANR) vient de faire le premier appel à projets français sur la bio-inspiration.

Mais pour l'instant, cela ne reste qu'une démarche intellectuelle, à savoir réfléchir comment la France va se disposer pour répondre aux questions liées à la bio-inspiration et avoir une position claire au niveau de l'IPBES. (12)

Je pense que le projet de Senlis, par exemple, est un programme très intéressant, permettant de mettre tout en en harmonie pour créer une dynamique qui fait défaut aujourd'hui.

➔ QUEL EST L'OBJET EXACT DU PROJET DE SENLIS ?

Le projet de Senlis est une initiative qui est partie d'élus, avec l'Université de Compiègne, il y a moins d'un an. Il a pour objet de créer une pépinière d'entreprises et un laboratoire d'idées qui s'inspirerait d'exemples étrangers – Canada, Etats-Unis, Allemagne –, pour lancer effectivement une dynamique de rencontres, d'échanges et de réflexion.

Des entreprises viendraient mettre au point un système en quelques mois ou années ; des jeunes du monde entier travailleraient, débattraient entre eux : un chimiste indien avec un biologiste japonais, des Français... Parmi les travaux prioritaires : les matériaux de demain à partir de squelettes d'animaux marins, des formes plus efficaces, des procédés nouveaux, plus durables, et des systèmes très performants de recyclage…

➔ SI VOUS AVIEZ UN VŒU À FORMULER POUR LA BIO-INSPIRATION...

C'est que la France se dote aujourd'hui d'une organisation que l'on n'a pas encore trouvée. Il manque un effort de réflexion en amont qui permettrait de mettre tout en musique.

De nombreux chercheurs et ingénieurs sont intéressés par la bio-inspiration mais sans doute faut-il mieux organiser des structures de rencontres, de discussions et d'échanges.

Misons sur une très grande transversalité et une intime relation entre l'entreprise privée, toutes les technologies – biotechnologies et autres –, et les sciences de l'ingénieur. Alors, les réflexions déboucheront sur des solutions rapidement applicables dans de nombreux domaines, dont l'énergie et l'agriculture.

L'étincelle est là, il faudra entretenir la flamme. ■

Propos recueillis par Christian Frasson-Botton - 2013

(12) Intergovernmental Platform Science-Policy on Biodiversity and Ecosystem Services (Plate-forme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques). C'est un outil de dialogue entre les scientifiques et les politiques pour « réunir, synthétiser et analyser les données relatives à la biodiversité afin de faciliter la définition des politiques », *précise l'Organisation des Nations Unis pour l'éducation, la science et la culture (Unesco).*

> *“ Saurons-nous pleinement justifier, mériter au cours de ce siècle, ce terme de sapiens dont nous nous sommes affublés ? ”*
>
> *Gilles Boeuf*
> La biodiversité, état de la question et enjeux
> *La Lettre de l'Académie des sciences n° 31*
> *Été - automne 2012*

EN SAVOIR PLUS SUR LA BIO-INSPIRATION

SITES INTERNET
www.inspire-institut.org
www.cite-sciences.fr : *Biomimétisme : du vivant aux technologies*
www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf
www.linternaute.com/science/technologie/dossiers/07/biomimetique/1.shtml

VIDÉOS
www.youtube.com/watch?v=uJsoH3pnf6g (arte)
www.youtube.com/watch?v=EViIRXvpak4&list=PL981E9DD2674ACC93

PUBLICATIONS

• ***Commissariat général au développement durable*** **- n°72, octobre 2012**
Étude sur la contribution du biomimétisme à la transition vers une économie verte en France : état des lieux, potentiel, leviers.

• ***Biomimétisme – Quand la nature inspire des innovations durables*** **(2011), de Janine M. Benyus, éditions Rue de l'échiquier.**
Ce livre nous fait découvrir des applications efficaces et respectueuses de l'environnement, développées par des chercheurs pionniers dans les domaines de l'agriculture, des matériaux, de l'informatique, de l'industrie,… C'est un livre référence qui a rendu populaire la biomimétique à travers le monde.

• ***Quand la nature inspire la science - Histoires des inventions humaines qui imitent les plantes et les animaux*** **(2011), de Mat Fournier, Yannick Fourié, éditions Plume de carotte.**
Sous forme de petits articles accompagnés de planches superbes, ce livre nous fait prendre conscience de ce que peut nous apporter la biodiversité. Cet ouvrage peut intéresser les adolescents curieux et les adultes.

• ***La Bionique - Quand la science imite la nature*** **(2008), de Agnès Guillot, Jean-Arcady Meyer, éditions Dunod.**
Cet ouvrage présente de nombreux exemples d'applications technologiques d'inventions naturelles. Pour des personnes intéressées par les automates et les applications cognitives.

• ***Les inventions de la nature et la bionique*** **(1987), de Yves Coineau, Biruta Kresling, coll. « Muséum National d'histoire Naturelle de Paris ».**
Dans cet ouvrage, les auteurs reprennent le contenu de l'exposition qu'ils ont conçue sur ce thème au Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

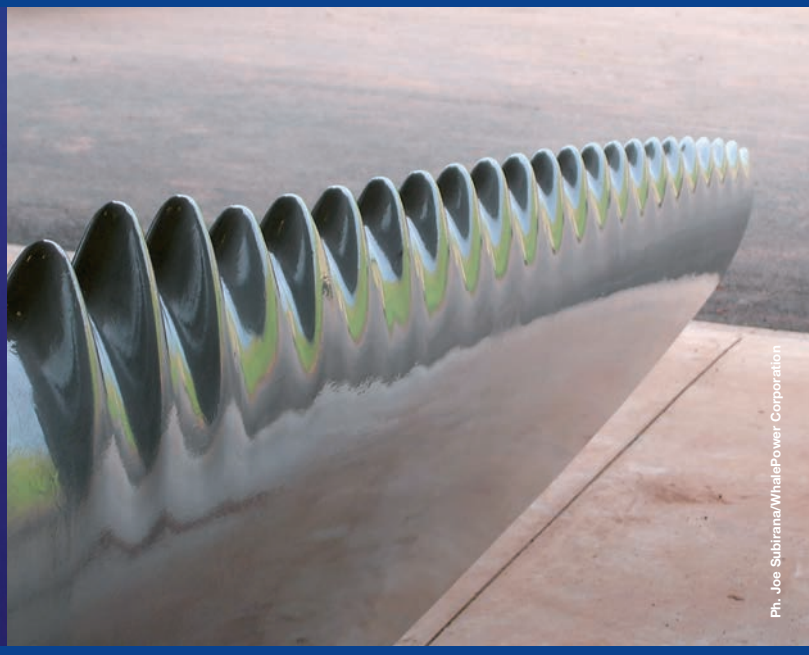
A. R.

Le monde marin comme réservoir à idées

ON CONNAÎT SUR LES CONTINENTS UN PEU PLUS DE 1,7 MILLION D'ESPÈCES, ET 300 000 ONT ÉTÉ RECENSÉES DANS LES OCÉANS. AUTANT DE SUJETS D'ANALYSE POSSIBLES, AUTANT DE PERSPECTIVES POUR LA BIO-INSPIRATION ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES.
DÉJÀ, DANS DES DOMAINES TRÈS VARIÉS, LA NATURE A INSPIRÉ DES RÉPONSES TRÈS SOPHISTIQUÉES, ISSUES DE PLUS DE TROIS MILLIARDS D'ANNÉES D'EXPÉRIENCE DANS LA MISE EN ŒUVRE DE STRATÉGIES D'ADAPTATION ET DE SURVIE.

NAGEOIRES DE BALEINE À BOSSE

Ph. Alexis Rosenfeld


Ph. Joe Subirana/WhalePower Corporation

Les caractéristiques des nageoires pectorales des baleines à bosse ont débouché sur des applications industrielles, et notamment la réalisation de pales crantées d'éoliennes.

GÉNIE DE LA NATURE

La grande fluidité des baleines à bosse est due aux propriétés hydrodynamiques de leurs grandes nageoires pectorales qui présentent sur les bords des aspérités appelées tubercules. Ces bords d'attaque dentelés permettent aux baleines d'effectuer des virages très serrés en évitant les risques de décrochage et facilitent l'écoulement de l'eau.

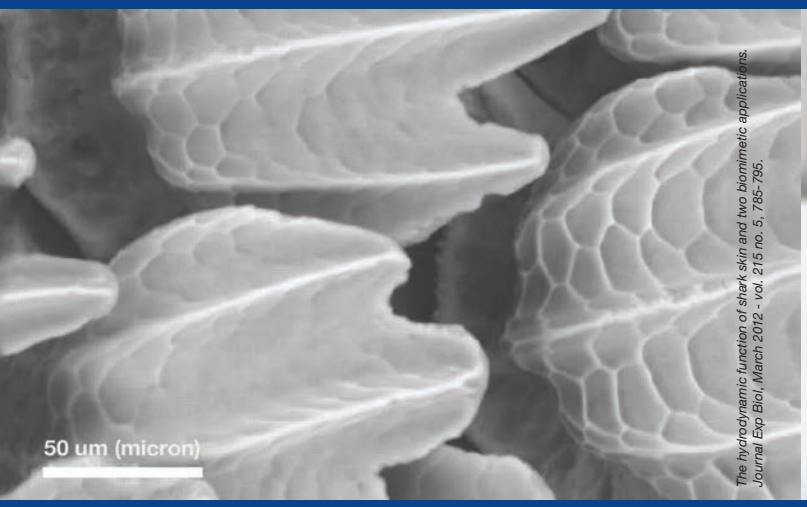
BIO-INSPIRATION

Les caractéristiques des nageoires de baleine à bosse inspirent depuis longtemps les ingénieurs en aéronautique. Les concepteurs d'éoliennes, eux, sont passés à l'acte : une société canadienne, *WhalePower*, teste actuellement une éolienne à pales crantées qui reproduit les protubérances des nageoires de la baleine. Au final, diminution du bruit et gain de production d'énergie allant jusqu'à 20%. La société commercialise un ventilateur de plafond équipé de pales crénelées, conçues selon le même principe.

Ph. Davide Vezzaro, Festival mondial de l'image sous-marine, 2012

La peau de requin (ici, un mako, Isurus oxyrinchus, n'est pas lisse. Elle est constituée de denticules cutanés, sortes de minuscules écailles très rugueuses, qui diminuent considérablement les forces de résistances de l'eau qui s'appliquent sur l'animal. Afin de nager plus vite, les nageurs professionnels utilisent des combinaisons qui imitent la peau de requin.

PEAU DE REQUIN



The hydrodynamic function of shark skin and two biomimetic applications. Journal Exp Biol, March 2012 - vol. 215 no. 5, 785-795.

Ph. synto - Fotolia.com

Grossissement de la structure de la peau de requin.
La barre d'échelle correspond à 50 microns (1µm = 0,001 millimètre).

GÉNIE DE LA NATURE

Le secret de la nage rapide des requins - jusqu'à 100 km/h pour un mako -, n'est pas une peau très lisse. Au contraire, celle-ci est rugueuse, car elle couverte de denticules cutanés, minuscules structures en forme de rainures (voir photo ci-dessus) qui provoquent ce que l'on appelle l'effet Riblet : en pénétrant à travers les microrainures, l'eau génère de minuscules tourbillons et elle est attirée près du corps du squale. Ce qui se traduit par un meilleur écoulement de l'eau sur la peau du requin, améliorant ainsi sa vitesse.

BIO-INSPIRATION, APPLICATION PRATIQUES

Ce phénomène a été reproduit pour certaines coques de bateau et des revêtements d'avion comme l'Airbus A 320.

La société Speedo a créé des combinaisons de nageurs très performantes (voir photo ci-dessus). Avec l'une d'elles, Michael Phelps a remporté huit médailles d'or sur huit épreuves disputées, lors des Jeux olympiques de 2008 (Pékin).

Autre avantage, et non des moindres pour l'environnement, la reproduction de cette structure particulière de la peau de requin empêche le fouling, ou salissure, constituée d'organismes vivants (végétaux et animaux) qui se fixent sur la coque des bateaux.

Une nouvelle peinture marine conçue sur ce principe par une équipe de recherche allemande permet de remplacer les enduits traditionnels antifouling à base d'étain qui sont toxiques pour le milieu marin.

GÉNIE DE LA NATURE

La nature a doté le nautile, le calamar ou la pieuvre d'une ingénieuse force motrice pour se déplacer : une nage à réaction.
Les céphalopodes récupèrent l'eau à travers une sorte de siphon placé à l'arrière de leur tête et l'expirent avec force, ce qui les fait reculer par poussées successives.

BIO-INSPIRATION

Ce réacteur naturel intéresse les scientifiques parce qu'il est parfaitement silencieux, contrairement au turboréacteur d'un avion, par exemple. Il est également insensible à la pression des eaux profondes. La structure du nautile a servi de modèle dans la conception d'hélices de sous-marins. Plus récemment, la société américaine PAX s'est intéressée au nautile pour créer un ventilateur plus efficace et plus silencieux.

C.F.-B / A.R.

Ph. Franck Boston - fotolia.com

STRUCTURE DU NAUTILE

Ph. Christian Delbert - Fotolia.com

La structure du nautile a servi de modèle de propulsion pour certains sous-marins.

POISSON HAUTEMENT VULNÉRABLE EN DEHORS DES ESPACES PROTÉGÉS

Le corb

Ci-dessus : comptage de corbs dans la Réserve naturelle de Scandola, à punta Palazzu (2012).

LE CORB EST UN POISSON INDOLENT, PARTICULIÈREMENT EXPOSÉ AUX FLÈCHES DES CHASSEURS SOUS-MARINS. SA RARÉFACTION EST SI MANIFESTE EN DEHORS DES AIRES MARINES PROTÉGÉES QU'IL PARAÎT URGENT D'ENGAGER DES MESURES DE PROTECTION DE CETTE ESPÈCE COMME CELLES QUI ONT MONTRÉ TOUTE LEUR EFFICACITÉ EN FAVEUR DU MÉROU BRUN. [1] LE GROUPE D'ÉTUDE DU MÉROU (GEM) EST MOBILISÉ EN CE SENS.

Le corb (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) est le Sciaenidé le plus connu du Bassin méditerranéen [2]. Il a une aire de distribution géographique incluant l'Atlantique oriental, depuis la Manche (exceptionnellement) jusqu'au Sénégal, la mer Noire et surtout la Méditerranée.

Le corb est présent sur toutes les côtes méditerranéennes mais ses populations sont plus dynamiques dans les régions méridionales.
La taille à première maturité sexuelle - entre trois et quatre ans -, est relativement grande : en moyenne 25, 4 centimètres pour les mâles et 29,9 centimètres pour les femelles (données des Baléares). Ces tailles sont plus petites en Tunisie et probablement plus grandes en France, ceci en relation avec le climat hydrologique plus chaud dans le Sud.

La période de reproduction s'étale de mai à août avec un pic en mai-juillet [3]. Quelques éléments d'information indiquent que la reproduction donne lieu à des rassemblements d'individus.

La croissance est relativement rapide au cours des deux à trois premières années, mais elle devient ensuite très lente - des essais d'aquaculture ont échoué pour cette raison -, et elle se poursuit sur une longue durée de vie.

La taille maximale est de 50 à 55 centimètres mais, exceptionnellement, elle peut atteindre 70 à 75 centimètres, ce qui doit correspondre à un âge très grand. Ainsi, une expertise récente a montré qu'une femelle gravide de 49, 7 centimètre pesant 3430 grammes, braconnée dans la Réserve marine de Scandola, était âgée de 31 ans.

DES ABRIS SOUS ROCHE

Le corb est un carnivore à activité nocturne, qui se nourrit essentiellement de crustacés décapodes et accessoirement de polychètes, de mollusques ou de poissons benthiques pour les individus les plus gros.

>>

Le corb (Sciaena umbra)*, est un poisson qui se rencontre fréquemment en petits bancs, à proximité des surplombs rocheux ou des failles.*

Ph. Jean-Georges Harmelin

>>
CIBLE EMBLÉMATIQUE

Très vite, le corb a acquis une grande popularité auprès des plongeurs et des chasseurs sous-marins en raison de sa beauté et de son comportement indolent.

Malheureusement, ses traits de vie, son habitat très accessible et son comportement l'ont rendu très sensible à la pression de la chasse sous-marine. Il a ainsi toujours été une cible emblématique très recherchée pour sa chair et particulièrement pour le trophée de ses otolithes d'une taille exceptionnelle.

Les populations du nord de la Méditerranée ont ainsi été considérablement réduites.

Actuellement, on ne peut observer des corbs régulièrement et en abondance que dans les aires marines protégées. Des populations importantes vivent dans les réserves marines de Cerbère-Banyuls, du Parc marin de la Côte Bleue, de Scandola, des Bouches de Bonifacio, et dans le Parc national de Port-Cros, où un suivi régulier de la population est pratiqué depuis plus de 20 ans.

Inversement, en dehors des aires marines protégées, les observations routinières et les recensements effectués montrent sans équivoque une extrême raréfaction de cette espèce et un changement radical de son comportement.

Les analyses des prises de la pêche professionnelle artisanale dans le nord de la Méditerranée montrent que, dans tous les cas, y compris dans le Parc national de Port-Cros, le corb n'est qu'une prise accessoire. Pour la pêche à la ligne, ce poisson est une prise encore plus occasionnelle.

Le corb fait donc partie des espèces particulièrement vulnérables au mode de pêche sélective qu'est la chasse sous-marine.

La dynamique de population de ce poisson (croissance, maturité sexuelle, reproduction) est trop faible pour compenser cette pression de pêche, et sa raréfaction est manifeste en dehors des aires marines protégées.

Il paraît donc urgent que :
• son inscription à l'Annexe III (espèces animales protégées) des conventions de Barcelone (protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée) et de Berne (Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe),
• son récent classement d'"espèce vulnérable" sur la Red List de l'International Union for Conservation of Nature (IUCN),
se traduisent en France par une mesure de protection du type de celle qui a montré son efficacité pour le mérou brun. ■

Groupe d'étude du mérou (GEM)

FORT IMPACT DE LA PÊCHE DE LOISIRS

Une campagne de recensement effectuée en Corse dans et autour de la Réserve naturelle de Scandola au cours de l'été 2012, dans des sites présentant trois niveaux de gestion - protection intégrale, protection partielle, aucune protection -, démontre de manière flagrante l'impact de la pêche de loisirs (chasse sous-marine), tandis que les effets de la pêche artisanale par filets sont beaucoup plus modérés.

Par heure d'observation, les plongeurs scientifiques ont observé huit fois plus de corbs dans la réserve partielle que hors réserve. Ce chiffre est multiplié par 17,5 dans la réserve intégrale.

RÉSERVE NATURELLE DE SCANDOLA

Nombre de corbs observés par heure :

x 8 *DANS LA RÉSERVE PARTIELLE*

x 17,5 *DANS LA RÉSERVE INTÉGRALE*

par rapport aux comptages effectués hors de la Réserve.

Les biologistes et membres du Groupe d'étude du mérou, Patrick Lelong et Jean-Georges Harmelin, lors d'un inventaire dans le Parc national de Port-Cros.

(1) Il s'agit d'un moratoire d'interdiction de la pêche à l'hameçon et de la chasse sous-marine sur l'ensemble du littoral de la Méditerranée continentale.

(2) Quatre autres espèces atlanto-méditerranéennes peuvent également s'y rencontrer sporadiquement : trois ombrines (Umbrina cirrosa, U. canariensis, U. ronchus) *et le maigre* (Argyrosomus regius).

(3) Aux Baléares, la période de reproduction se poursuit en août, les mâles ayant encore des gonades actives en septembre.

Ph. Patrick Lelong

Mission de recensement de poissons.

Ph. Patrick Lelong

Le Groupe d'étude du mérou (GEM) porteur de la demande de moratoires :

- PROROGATION POUR LE MÉROU,
- PROPOSITION POUR LE CORB

Les moratoires de règlementation de la pêche du mérou sur le littoral méditerranéen continental et en Corse, qui se terminent le 31 décembre 2013, étaient décidés par le préfet de Région sur proposition de la direction régionale des Affaires maritimes.

Une nouvelle procédure de gouvernance pour la gestion de la zone littorale vient d'être mise en place : la plupart des décisions prises feront désormais l'objet d'une large concertation au sein du Conseil maritime de façade de Méditerranée. Lors de sa session du 11 décembre 2012, celui-ci a entériné la création d'une commission spécialisée mérou/corb.

Cette commission aura pour objet de présenter au Conseil maritime de façade, avant le 1er décembre 2013, des propositions relatives aux modalités de prorogation de l'encadrement de la pêche du mérou, ainsi que des propositions pour un nouvel encadrement de la pêche du corb.

Cette commission, en cours de validation, comprend en plus des membres permanents du Conseil (*), des membres extérieurs : les représentants des Aires marines protégées (Parc national des Calanques, Office de l'environnement de la Corse, Réserve naturelle de Scandola, Parc marin de la Côte bleue, Réserve naturelle de Banyuls) et le GEM.

Outre la prolongation du moratoire actuel concernant le mérou brun, *Epinephelus marginatus,* le GEM, lors de son Assemblée générale de 2012, a décidé d'étendre cette demande aux autres espèces de mérous présents sur nos côtes (la badèche, *Epinephelus costae,* le mérou gris, *Epinephelus caninus,* le mérou royal, *Mycteroperca rubra,* et le cernier, *Polyprion americanus*) et au corb, *Sciaena umbra*.

Le Groupe d'étude du mérou devra présenter à la Commission mérou/corb une synthèse scientifique sur l'évolution des populations des mérous (toutes espèces) et du corb, ainsi qu'un argumentaire sur l'importance de la préservation de ces espèces.

Ainsi, le GEM poursuit sa réflexion de structure scientifique et gestionnaire pour permettre de retrouver un véritable équilibre dans les écosystèmes côtiers de Méditerranée. En effet, l'arrêt du moratoire serait un recul considérable dans l'installation progressive des populations des espèces de mérous. Il en est de même pour le corb, qui nécessite lui aussi à plus d'un titre, une forme de protection, principalement en raison d'une maturité sexuelle tardive, d'un comportement peu farouche et de son rôle majeur dans l'écosystème… De plus, c'est une cible privilégiée des chasseurs sous-marins.

GEM

(*) Membres du Conseil maritime de façade : Agence des aires marines protégées, Comité régional des pêches PACA, Comité régional des pêches Languedoc Roussillon, Comité régional des pêches Corse, WWF, U Marinu, Fédération française d'études et de sports sous-marins, Fédération nautique de pêche sportive en apnée, Fédération française de pêche maritime, Fédération nationale des pêcheurs plaisanciers et sportifs de France, Conseil scientifique régional du patrimoine naturel PACA, Conseil scientifique régional du patrimoine naturel Languedoc Roussillon, Conseil scientifique régional du patrimoine naturel Corse, Parc national de Port Cros.

1. Lorsqu'il est jeune, le cernier,* Polyprion americanus *- autre espèce de mérou -, fréquente la surface, sous le couvert d'objets flottants avant de gagner les grands fonds.

2. Le mérou brun,* Epinephelus marginatus*, dont la population est croissante suite au moratoire, n'hésite pas à sortir de son trou pour surveiller son territoire.

3. Le mérou royal,* Mycteroperca rubra*, avec sa silhouette allongée et trapue, s'installe au voisinage des fonds rocheux.

4. La badèche,* Epinephelus costae*, est un membre de la famille des mérous que l'on rencontre occasionnellement sur le littoral provençal.

SCANDOLA
Entre falaises et eaux turquoise

LA RÉUNION ANNUELLE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE DE LA RÉSERVE NATURELLE DE SCANDOLA (*) S'EST TENUE LES 15 ET 16 FÉVRIER 2013, AU SIÈGE DU PARC RÉGIONAL DE CORSE, À AJACCIO.

Créée en 1975, Scandola compte 900 hectares terrestres et 1000 hectares marins sur la côte occidentale de la Corse.

C'est un véritable sanctuaire marin où prolifèrent des espèces comme le mérou, la grande nacre, ou le corail rouge. Mais des pressions persistent comme les activités touristiques et récréatives liées au nautisme qui sont en perpétuelle augmentation : plus de 60 passages de navettes au cours d'une seule journée d'été ! Ce qui a pour effet de perturber un oiseau emblématique de ce site, le balbuzard ou aigle pêcheur (photo ci-contre).

Ph. N. Vicente

Des nids artificiels ont été édifiés par Jean-Marie Dominici, responsable de la Réserve, afin d'aider le balbuzard à s'implanter.

Aujourd'hui, 38 couples vivent sur le littoral corse, dont huit en Réserve alors qu'il n'y en avait que deux, il y a 100 ans. Mais, les navettes passent trop près, et les dérangent. Peu à peu, les oiseaux abandonnent leur nid.

Ph. J.-M. Dominici

Une réglementation plus drastique est nécessaire pour développer un tourisme nautique durable dans cette Réserve. C'est un des problèmes évoqués par le Comité scientifique au cours des deux journées d'échanges.

Pr. Nardo Vicente

(*) Le Comité scientifique de la Réserve est composé de son président le Pr Gérard Richez, de Charles-François Boudouresque, Jean-Louis Martin, Laurence Le Direach, Nardo Vicente, Marc Verlaque, Patrice Francour, et M. Allegrini, Office de l'environnement de la Corse.

Perspectives pour Marseille
ET LA MÉDITERRANÉE

DES JOURNÉES-DÉBATS SONT ORGANISÉES SUR CE THÈME, LES 26 ET 27 SEPTEMBRE (*), À MARSEILLE, PAR L'ACADÉMIE DE MARSEILLE, L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD, L'OFFICE DE LA MER ET L'UNION RÉGIONALE DES INGÉNIEURS ET SCIENTIFIQUES (URIS), DANS LE CADRE DE MARSEILLE 2013, CAPITALE EUROPÉENNE DE LA CULTURE, ET DE LA MANIFESTATION *SEPTEMBRE EN MER*.

Parmi les thèmes envisagés : *Caractères océanographiques de la Méditerranée - Environnement méditerranéen ; Le problème de l'eau en Méditerranée ; Traitement des eaux usées ; Une ressource en péril : l'oursin comestible...*

Une table ronde sera animée par Patricia Ricard, présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard, avec Martial Caspar, directeur de l'Office de la mer ; Hubert-Jean Ceccaldi, membre de l'Académie de Marseille ; Jean-Charles Lardic, directeur de la Prospective de la ville de Marseille ; Bernard Tramier, membre de l'Académie de Marseille, président de l'URIS-Provence, et Nardo Vicente, responsable scientifique de l'Institut.

(*) Faculté des Sciences de Marseille Saint-Charles - Amphithéâtre de chimie.

COOPÉRATION *scientifique*

Ph. C. F-B

LE 29 MARS, AU TECHNOPÔLE DE L'ARBOIS (AIX-EN-PROVENCE) L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD ET L'INSTITUT MÉDITERRANÉEN DE BIODIVERSITÉ ET D'ÉCOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE (IMBE) ONT SIGNÉ UNE CONVENTION DE PARTENARIAT SCIENTIFIQUE.

Signature de la convention – De g. à dr., Patricia Ricard, présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard ; Thierry Tatoni, directeur de l'IMBE ; Nardo Vicente, responsable scientifique de l'Institut.

Cette convention affirme comme priorité le développement d'échanges scientifiques entre les deux organismes dans les domaines de la biologie et de l'écologie marines, de la biodiversité dans les milieux littoraux et insulaires méditerranéens. Elle prône de renforcer les collaborations avec les autres organismes de recherche et de gestion, et de mettre en synergie la recherche fondamentale et la recherche appliquée en biologie de la conservation.

IMPAC 3 *Protéger 10% des océans d'ici 2020*

LA FRANCE ACCUEILLE POUR LA PREMIÈRE FOIS LE CONGRÈS INTERNATIONAL DES AIRES MARINES PROTÉGÉES (IMPAC 3), À MARSEILLE ET EN CORSE, DU 21 AU 27 OCTOBRE 2013.

L'Institut océanographique Paul Ricard va présenter un poster sur la présence de la grande nacre dans les aires marines protégées de la Méditerranée occidentale et une communication sur son écophysiologie (Sergio Trigos, Jose Rafael Garcia March et Nardo Vicente). Les résultats ont été obtenus dans le cadre de recherches financées par la Caisse d'Épargne Côte d'Azur.

Un millier de personnes se rassembleront au palais du Pharo : scientifiques, gestionnaires, élus, ONG, professionnels de la mer, artistes... Le congrès s'achèvera par une rencontre politique internationale et des visites en Corse, les 26 et 27 octobre.

IMPAC3 va permettre d'échanger des savoir-faire, de nouer des partenariats au service d'un objectif : créer des aires protégées sur 10 % des surfaces maritimes d'ici 2020, un engagement international pris en 2010 par la *Conférence des parties de la Convention pour la diversité biologique*. La France vise les 20 %.

Programme détaillé : www.impac3.org.

IMPAC

PARC NATIONAL DE PORT-CROS *Un demi-siècle de recherche*

P. N. Marine nationale

Pour célébrer son cinquantenaire, le Parc national de Port-Cros propose un programme d'animations tout au long de l'année 2013 et un colloque scientifique, les 14 et 15 octobre, à Porquerolles. L'occasion de faire un bilan sur un demi-siècle de recherche sur cette île laboratoire.

Le Pr. Vicente est invité à présenter ses travaux sur la grande nacre réalisés depuis sa nomination au conseil scientifique du Parc dans les années 1970, sur proposition du commandant Philippe Tailliez qui initia l'étude.

Grande nacre en mains, Philippe Tailliez et Nardo Vicente à Port-Cros (1995).

Nouvel élan

LE 39E FESTIVAL MONDIAL DE L'IMAGE SOUS-MARINE A VÉCU QUATRE JOURS INTENSES, À MARSEILLE, POUR LA PREMIÈRE FOIS AU PARC CHANOT, DU 1ER AU 4 NOVEMBRE 2012. SA THÉMATIQUE : *« LES ÎLES »*.

Le président Philippe Valette et son équipe, s'attache à donner un nouvel élan à ce rendez-vous incontournable des passionnés d'imagerie subaquatique sans renier les fondements insufflés par son créateur, Daniel Mercier.

L'édition 2012 a été riche en évènements et en émotions avec les hommages rendus aux pionniers de la plongée disparus, Albert Falco et Henri-Germain Delauze.

Les animations ont satisfait un large public : projections de 120 films en compétition ; expositions de photos ; ateliers artistiques pour les enfants ; bassin tactile, où les visiteurs ont pu caresser les raies et roussettes de l'aquarium *Mare Nostrum* de Montpellier… Jacques Rougerie, architecte marin, a fait partager sa passion en exposant la maquette de *« SeaOrbiter »*, vaisseau scientifique d'observation soutenu par la NASA.

En résumé, un bilan positif avec plus de 10 000 visiteurs et une ambiance festivalière conviviale qui perdure depuis l'origine.
Cap sur la célébration de la 40e édition du Festival, du 31 octobre au 3 novembre, au Parc Chanot, à Marseille, capitale européenne 2013 de la culture. Le thème sera : *« Tous les trésors de la mer »*, avec notamment un Festival d'archéologie.

Alain Riva

L'image comme vecteur de sensibilisation à la protection du monde marin. Davide Vezzaro (Suisse), Plongeur d'or Portfolio.

EN QUELQUES FLASHS

Partenaire depuis plus de 30 ans, l'Institut océanographique Paul Ricard a présenté le film : *« Biodiversité – objectif préservation »*.
Le Pr. Vicente, responsable scientifique et délégué général, est intervenu dans différents débats. Alain Riva était au contact des festivaliers.
Le prix de l'Institut récompense une œuvre de sensibilisation à l'environnement marin. Il a été attribué à Véronique Veber, France Télévision – Thalassa pour : *« Les Enfants de l'apnée »*.

La Marine fête
LE PRINTEMPS

Évènement exceptionnel... Pour la première fois, le public était invité à découvrir, du 7 au 9 juin, le Centre d'instruction naval de Saint-Mandrier (CIN) - la plus grande école de la Marine nationale* -, ses savoir-faire et ses moyens qui ne sont pas spécifiquement militaires.

Cette manifestation s'inscrivait dans le cadre des *Journées de la Mer*, sous l'égide du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Patricia Ricard, présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard, était l'invitée d'honneur du capitaine de vaisseau François Pelliard, commandant du CIN et organisateur de ces journées varoises.

Au programme : visites guidées, démonstrations, conférences, animations culturelles et artistiques. L'occasion aussi de découvrir l'histoire et le patrimoine du lieu. *« Préparer le jeune marin à affronter la mer »* et *« agir en mer et sur le littoral dans le respect de l'environnement »* étaient les thèmes forts des activités proposées. L'attraction du moment : un simulateur performant a permis aux visiteurs de se mettre aux commandes d'une frégate sous le contrôle d'un instructeur.

Parmi les conférenciers, le neuro-psychiatre Boris Cyrulnik est intervenu sur le thème de *« la résilience après une catastrophe naturelle »* ; Françoise Gaill, du CNRS, a traité de l'océanographie, Patrice Lardeau a évoqué le *Titanic* et la géographe Isabelle Mor a développé la thématique des îles méditerranéennes. Pour apporter une touche biologique, Alain Riva, de l'Institut, a présenté deux groupes zoologiques menacés dans le monde : requins et tortues marines.

L'institut océanographique Paul Ricard et les animateurs des *Ateliers de la mer* ont fait découvrir le monde marin aux enfants grâce à un ensemble d'activités ludo-éducatives.

(*) 8 000 élèves et stagiaires par an.

Alain Riva

COCKTAIL CULTUREL GAGNANT *au Brésil*

PREMIÈRE RENCONTRE FRANCO-BRÉSILIENNE DE L'IMAGE SOUS-MARINE ET D'ENVIRONNEMENT, DU 21 AU 25 NOVEMBRE 2012, À L'INVITATION DES UNIVERSITÉS DU PARANA (BRÉSIL) ET DU CONSULAT DE FRANCE À CURITIBA, CAPITALE DE L'ÉTAT.

Le responsable scientifique de l'Institut océanographique Paul Ricard a rencontré des universitaires dans les domaines de l'océanographie au Centre de la mer de Mathinos, à 120 km de Curitiba.
Pour le Pr. Vicente, *« Les échanges scientifiques, culturels, le partage d'expériences photographiques entre Brésiliens et Français avait l'objectif parmi d'autres de sensibiliser les regards du public à la protection du milieu par de meilleures connaissances de solutions possibles ou déjà mises en œuvre au Brésil et en France »*.
Parmi les animations, projections de films avec tables rondes, conférences, concours de dessins, aquarium tactile, présentation de photos et une exposition de Pierre Passot : *« L'homme sous la mer, de 1850 à 1950 »*.
Par ailleurs, 500 scolaires et des étudiants ont été accueillis sur les expositions et divers ateliers.
La manifestation a été inaugurée par Jonel Nazareno Lurk, secrétaire d'État du Milieu ambiant et des Ressources hydrauliques, vice-gouverneur de l'État du Parana, en présence du maire de Matinhos et des responsables universitaires.

Ph. Jean de Saint Victor de Saint Blancard.

La délégation française (de g. à dr.) : le Pr. Nardo Vicente, Dominique Serafini, dessinateur de l'Équipe Cousteau, Pierre Passot co-organisateur, scaphandrier professionnel et biologiste, et Jean de Saint Victor de Saint Blancard, journaliste et photographe sous-marin.

CET ÉTÉ *aux Embiez...*

Les Mercredis DE LA MER

CONFÉRENCES À 16 H, ÎLE DES EMBIEZ, FORT SAINT-PIERRE

7 AOÛT	Christophe Pierron	*Un festival d'images sous-marines*
14 AOÛT	Stephen Baghdiguian	*Les grands voyages naturalistes : à la découverte de la biodiversité marine*
21 AOÛT	Nardo Vicente	*Destination Madagascar : l'île Rouge*
28 AOÛT	Patrick Lelong	*État d'urgence pour les corbs et les mérous*

Rencontres AVEC LES CHERCHEURS

CHAQUE JEUDI, JUILLET ET AOÛT, À 16 H

Les scientifiques de l'Institut présentent leurs travaux et répondent à vos questions.

Ambiance MARINE

1ER JUILLET AU 30 SEPTEMBRE

Exposition de photographies de Claire Mornas et Damien Saffroy *Entre ciel et mer – Un an aux portes de l'Arctique.*

Ateliers DE LA MER

À PARTIR DE 6 ANS DU 8 JUILLET AU 25 AOÛT

Pour la 6e année, tous les après-midis de 14h à 17h30, l'association *Destination Planète Mer* et l'Institut, avec le soutien de la SA Paul Ricard, proposent des ateliers pédagogiques, créatifs et ludiques.

Ph. J. Harmelin

RENSEIGNEMENTS

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

Les Ateliers de la Mer
Tarif : 10 € / enfant / pour la demi-journée.
Navettes toutes les 40 minutes au départ du Brusc et des Embiez.

ENTRETIEN AVEC...

Gilles Vincent

VICE-PRÉSIDENT DE LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION TOULON PROVENCE MÉDITERRANÉE (TPM), EN CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ASSAINISSEMENT

Après des études de métallurgiste et un premier emploi d'attaché scientifique au Centre d'études nucléaires de Genève, le service militaire conduit Gilles Vincent en Afrique où il séjourne quelques années. Un jour, il redépose ses valises à Saint-Mandrier (Var), en face du quartier où il est né. *« Par un concours de circonstances,* précise-t-il, *je suis devenu maire de cette commune, et comme j'avais une forte sensibilité à l'environnement inculquée par mes parents, j'ai très vite oeuvré en ce domaine mais j'ai estimé que je n'avais pas assez de connaissances scientifiques. »* Quelques lacunes comblées par l'obtention d'un master en Science et Environnement terrestre [1].

Le parcours de Gilles Vincent prend une nouvelle dimension en 2002 : avec Hubert Falco, maire de Toulon, il est à l'origine de la création de la communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM). *« Et tout naturellement, on m'a demandé de prendre la présidence d'une des compétences de l'agglomération : l'environnement. »*

Dès lors, l'homme de conviction s'engage avec force, passion et sincérité dans ce qu'il considère être le socle de ses actions.

Ph. ville de Saint-Mandrier

Intercommunalité

Gilles Vincent, pourquoi avoir créé une communauté d'agglomération ? En quoi consiste exactement l'intercommunalité ?

Pour la ville de Saint-Mandrier, il s'agissait tout simplement de se donner les moyens de réussir la reconversion d'une base aéronavale en parc d'activités marines. Mais au-delà, il s'agissait d'instaurer une synergie entre toutes les communes situées autour de la rade de Toulon.

L'intercommunalité est aujourd'hui au cœur de l'action publique locale. C'est la communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée qui exerce en lieu et place des communes membres [2], des compétences obligatoires et des compétences optionnelles dans la limite de l'intérêt communautaire [3].

>>

(1) NDLR - Le directeur d'études était Nardo Vicente, professeur émérite et responsable scientifique de l'Institut océanographique Paul Ricard.

(2) NDLR - Voir p 30 : Communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée.

(3) NDLR - L´intérêt communautaire est déterminé pour chaque compétence à la majorité des 2/3 du Conseil de la Communauté d´agglomération. Les communes peuvent décider librement de transférer à la communauté d'agglomération d'autres compétences que celles dont le transfert est imposé par la loi (compétences facultatives). Source : site Toulon Provence Méditerranée - Communauté d'agglomération. www.tpm-agglo.fr

>>

Ph. gauche : Le site des Salins d'Hyères est composé des Vieux Salins (350 ha) et du Salin des Pesquiers (550 ha). TPM assure la gestion, l'entretien et la mise en valeur de cet espace, propriété du Conservatoire du littoral depuis 2004.

Ph. droite : Le sentier du littoral s'étale de Six-Fours à Hyères en offrant aux promeneurs une grande diversité de sites naturels et patrimoniaux.

Plus précisément, quelles sont les compétences de TPM ?

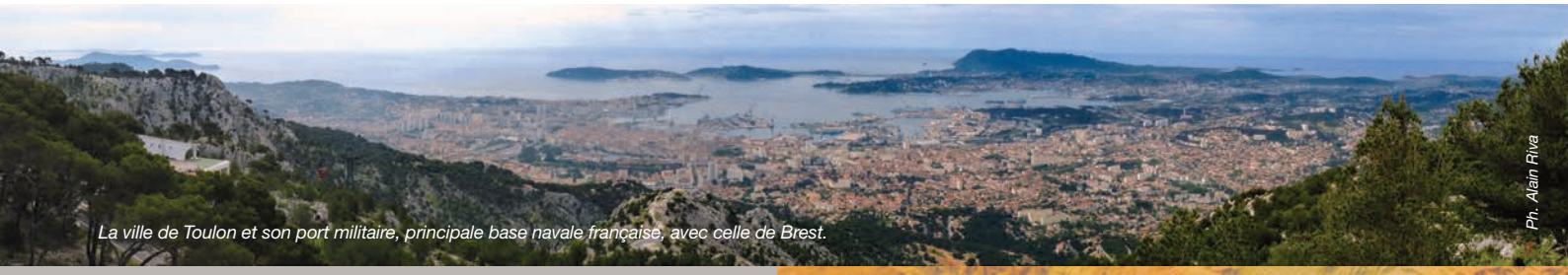
La communauté d'agglomération est dotée de compétences obligatoires : développement économique, aménagement de l'espace et transports, équilibre social de l'habitat, politique de la ville ; d'autres sont optionnelles comme la voirie, le sport et les grands équipements sportifs, la culture et les équipements culturels, le tourisme, l'environnement et l'assainissement...

Est-ce que l'environnement est un axe fort ?

C'est le troisième budget de la communauté d'agglomération. Concrètement, et avec nos partenaires, notre action est de lutter contre la pollution de l'air, d'assurer le traitement et la valorisation des déchets ménagers, l'assainissement de l'eau, la gestion et l'animation du Contrat de baie de la rade de Toulon, la protection et la valorisation des espaces naturels sensibles comme les salins d'Hyères, les massifs du Faron, de la Colle noire et du cap Sicié.

Par ailleurs, TPM intervient comme opérateur dans la mise en place d'outils de gestion d'espaces remarquables comme *Natura 2000*. Depuis 2003, la communauté d'agglomération est également chargée de l'entretien, du développement et de la mise en valeur des 84 kilomètres du sentier littoral, de Six-Fours-les-Plages à Hyères.

>>



La ville de Toulon et son port militaire, principale base navale française, avec celle de Brest.

400 000 HABITANTS ET DOUZE COMMUNES

Entre Marseille et Nice, la communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM) réunit plus de 400 000 habitants sur plus de 36 654 hectares, et compte douze communes : Carqueiranne, La Crau, La Garde, Hyères, Ollioules, Le Pradet, Le Revest-les-Eaux, Saint-Mandrier-sur-Mer, Six-Fours-les-Plages, La Seyne-sur-Mer, Toulon, La Valette-du-Var.
Hubert Falco, sénateur-maire de Toulon, est le président de la communauté d'agglomération depuis sa création en 2002 (réélu en 2008).

Source : site Toulon Provence Méditerranée - Communauté d'agglomération. www.tpm-agglo.fr

Toulon est un port aux activités maritimes très diversifiées : Marine nationale, commerce, tourisme, croisière, plaisance, pêche...

À quelques kilomètres de la ville de Toulon, le mont Faron est un espace naturel qui se compose de 400 hectares de massif forestier.

> **“LA RADE DE TOULON ÉTAIT MALADE, ET LA SEULE SOLUTION POUR ESSAYER DE LA SOIGNER ÉTAIT DE CRÉER UN PROGRAMME TERRITORIAL D’ACTIONS CONCRÈTES POUR RÉDUIRE LES FLUX DE POLLUTION ET RESTAURER LES MILIEUX AQUATIQUES.”**

Ville de Toulon et sa rade.

Les élevages aquacoles du département du Var sont concentrés dans la baie du Lazaret. Six exploitants élèvent des poissons en cages - principalement loups et daurades -, pour une production évaluée à 200 tonnes par an.

Au sein de la zone de TPM, la pêche est artisanale et correspond à des petits métiers polyvalents. On compte environ une centaine de navires actifs sur le territoire.

Gestion des ressources vivantes

Comment se situe la gestion des ressources vivantes dans l'action de TPM ?

La gestion des ressources vivantes est réalisée dans le cadre du Contrat de baie de la rade de Toulon qui a été initié en 1995, à Saint-Mandrier, après un constat très simple : la rade de Toulon était malade, et la seule solution pour essayer de la soigner était de créer [4] un programme territorial d'actions concrètes pour réduire les flux de pollution et restaurer les milieux aquatiques.

À la création de TPM, en 2002, la gestion et l'animation du Contrat de Baie ont été intégrées dans les compétences de la communauté d'agglomération.
Dans ce contexte, il me semblait normal qu'on s'intéresse à l'oursin comestible parce que dans le département du Var, et en particulier dans l'agglomération de Toulon, nous sommes très liés avec notre mer Méditerranée. Depuis la plus tendre enfance, on s'y est baigné, on y a pêché, et notamment des oursins. Quelque part, cet animal particulier fait partie de notre patrimoine.

Lorsque l'on dit aux anciens : *« Écoutez, on a une problématique forte, c'est la disparition des oursins, parce qu'on a trop puisé dans les stocks. »* Je vois des gens surpris qui réagissent très vite en disant qu'il faut arrêter les oursinades. Et quand on leur explique que c'est déjà fait, ils nous demandent comment il faut agir pour que les oursins ne disparaissent pas comme d'autres espèces ont disparu.

En 2009, nous avons sollicité l'Institut océanographique Paul Ricard parce que nous manquions de données pour mieux connaître cet échinoderme, assurer sa bonne gestion, et parce que ce laboratoire était le seul à pouvoir intervenir sur le plan régional d'un point de vue scientifique sur le sujet.

En relation avec les pêcheurs professionnels, des lâchers expérimentaux en mer de juvéniles d'oursins ont été effectués à Carqueiranne, Saint-Mandrier et Six-Fours-les-Plages. Mais lorsque l'on replonge sur un site, comment être sûr que les petits oursins que l'on trouve sont bien les larves produites en écloserie et qu'on a lâchées à cet endroit deux ans plus tôt. Pour cela, les scientifiques pratiquent des tests génétiques [5].

La réussite de ces lâchers sera mesurée à l'issue des résultats de l'étude en cours [6]. Et comme le premier Contrat de baie de la rade de Toulon avait permis de sauver la mytiliculture dans la baie du Lazaret, les gens attendent qu'on fasse de même pour l'oursin comestible.

> **“JE PENSE QUE L’INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD A UN RÔLE À JOUER ET LE JOUE DÉJÀ. TPM, AUSSI, EN VOUS AIDANT POUR DÉVELOPPER UNE FUTURE FILIÈRE D’ÉLEVAGE D’OURSINS.”**

Je pense que l’Institut océanographique Paul Ricard a un rôle à jouer et le joue déjà. TPM, aussi, en vous aidant pour développer une future filière d’élevage d’oursins.

>>

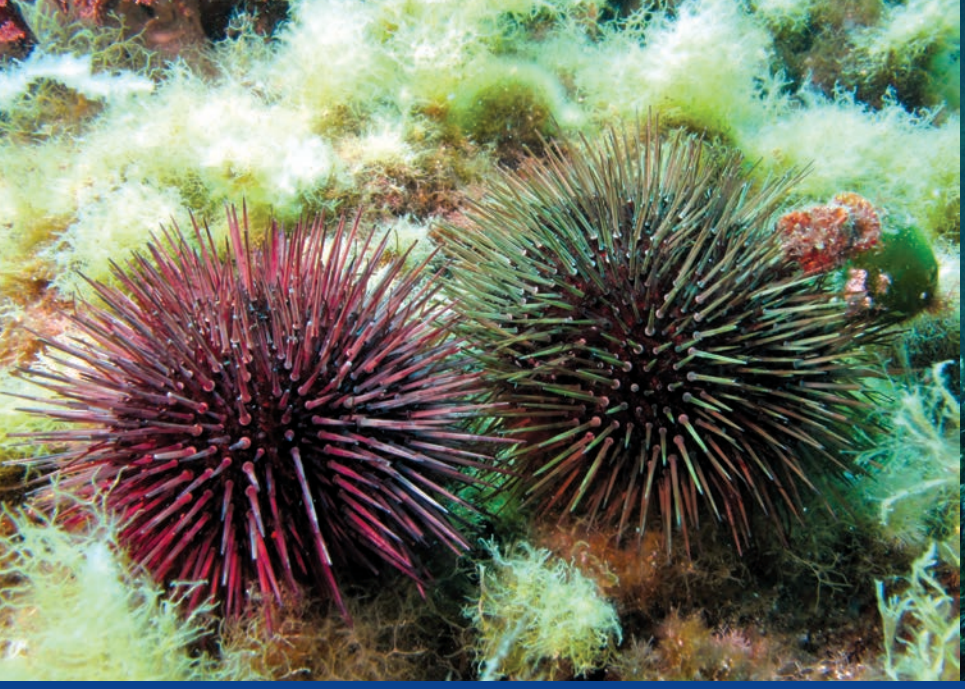
(4) NDLR - Le diagnostic initial du Contrat de baie de la rade de Toulon a été effectué en 1998 et l’étude de programmation en 2001. Source : site Toulon Provence Méditerranée - Communauté d’agglomération. www.tpm-agglo.fr

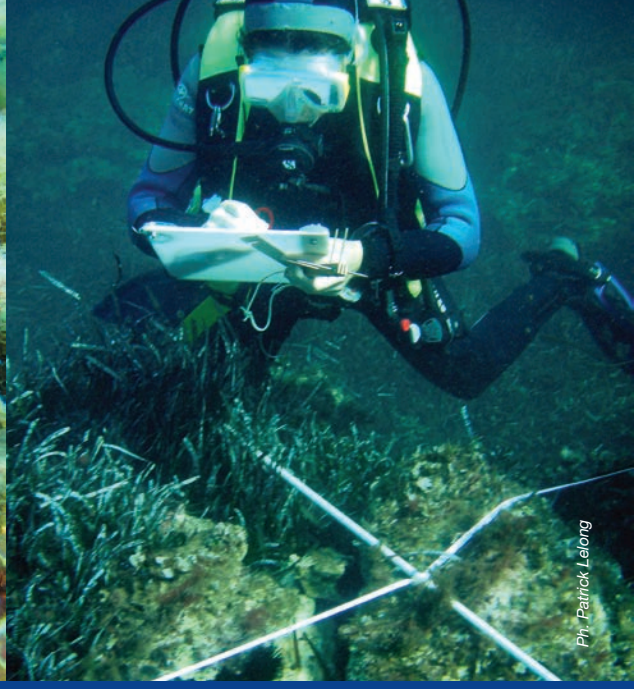
(5) NDLR - On extrait l’ADN d’un fragment de piquant et on peut ainsi effectuer un test de parentalité mis au point en collaboration avec l’équipe EB2M du Laboratoire PROTEE de l’Université de Toulon.

(6) NDLR - D’après Jean-Luc Bonnefont, directeur de la Recherche de l’Institut océanographique Paul Ricard, « Sur 200 000 larves, quelques pour cents de réussite serait un bon résultat ». *Et toujours selon lui,* « L’élevage complet peut être une solution plus envisageable et raisonnable que les lâchers ».

Ph. C. F.-B

Visite de Gilles Vincent, vice-président de Toulon Provence Méditerranée, au Centre de recherche de l'Institut, aux Embiez. Il a été accueilli par la présidente, Patricia Ricard, et les scientifiques l’ont informé sur les travaux en cours relatifs à la connaissance et à la gestion de l’oursin comestible, programme soutenu par TPM.





L'oursin comestible Paracentrotus lividus *est une espèce d'un grand intérêt économique qui fait l'objet d'une surveillance constante de la part des scientifiques (ici, opération d'inventaire des populations).*

CONTRAT DE BAIE DE LA RADE DE TOULON

LANCEMENT DU CONTRAT N°2 (2013-2018)

Le Contrat de Baie de la rade de Toulon et de son bassin versant rassemble tous les acteurs du secteur concerné autour d'objectifs communs de reconquête de la qualité des eaux et des milieux aquatiques.
La communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM) est chargée de l'animation et de la coordination des actions.
- Le Contrat de baie n° 1 (2002-2009) représente 160 projets et plus de 30 partenaires pour un budget de près de 103 millions d'euros. Il était essentiellement orienté vers la thématique de l'assainissement et de la réduction des pollutions bactériologiques pour la baignade et les cultures marines.
- Le Contrat de baie n° 2 (2013-2018) sera mis en œuvre en octobre pour achever les actions en cours et répondre aux nouveaux impératifs européens de qualité des eaux.

Campagne d'inventaire de poissons.

>>

Un autre programme de recherche implique l'Institut océanographique Paul Ricard, c'est l'inventaire de poissons dans l'Ouest toulonnais...

C'est important. D'abord, les scientifiques ont fait une cartographie, un point zéro sur les biocénoses, il y a plus de cinq ans.

Mais après être parvenus à une bonne connaissance de tous les habitats et de leur état de conservation, il fallait aller plus loin pour répondre à un certain nombre de questions des pêcheurs : pourquoi y a-t-il moins de poissons ? pourquoi telle espèce a disparu, alors que d'autres sont apparues ? pourquoi des espèces arrivent des pays chauds ? Est-ce dû au changement climatique ? Faut-il s'y préparer ou, au contraire, ne rien faire ?

Les professionnels de la mer constatent tous ces changements, mais ils ne savent pas les expliquer et les quantifier. L'idée est donc de les informer et d'assurer un suivi régulier des populations de poissons pour connaître leur évolution.

Y aura-t-il d'autres inventaires dans la région ?

Oui, il faut savoir qu'on est en train de mettre en place le Contrat de baie des îles d'Or. Dans ce secteur qui va de Giens jusqu'au Lavandou, il faudra refaire tout ce qui a été fait dans le cadre du Contrat de baie de la rade de Toulon, donc des inventaires.

À mon avis, ces inventaires seront peut être plus intéressants et plus riches, car le milieu est plus ouvert, moins atteint par les activités de l'homme, et il présente un parc national dans son périmètre.

Assainissement des eaux usées

En termes d'assainissement des eaux usées, y a-t-il une évolution depuis quelques années ?

Oui, énorme. Pour illustrer mes propos, j'ai deux films en mémoire :

• le premier, *« Pollution et nuisances sur le littoral méditerranéen »*, est daté de 1980 ; c'est celui du Pr. Nardo Vicente [7], avec des images sous-marines saisissantes filmées à la sortie de l'émissaire du cap Sicié par Christian Pétron. Ce film a provoqué un tel choc parmi la population et les élus de l'époque qu'il est à l'origine de la construction d'une station d'épuration sur le site.

• le deuxième film *« Pollution en Méditerranée : stop ou encore »*, tourné au même endroit, 25 ans plus tard, montre qu'à la sortie de l'émissaire de la station d'épuration *AmphitriA,* à quelques mètres de matières diverses et variées, on trouve aujourd'hui un sable propre et blanc et des poissons.

Une troisième étude de milieu démontre que de part et d'autre de la station d'épuration, des Posidonies tendraient à réapparaître, alors que depuis la construction de l'émissaire, en 1940, toutes les prairies sous-marines du secteur ont été détruites par la pollution.

Des signes de reconquête commencent donc à être visibles, et je pense que c'est vraiment un bel exemple de restauration du milieu dû à la mise en place de systèmes d'épuration performants des eaux usées.

>>

(7) NDLR - Avec le concours du Service du film de la recherche scientifique (SFRS) et de l'Éducation nationale.

> ***« IL RESTE ENCORE BEAUCOUP DE CHOSES À FAIRE. DES STATIONS D'ÉPURATION NE SONT TOUJOURS PAS AUX NORMES EUROPÉENNES. MAIS, GLOBALEMENT, LA FRANCE EST EN AVANCE SUR BEAUCOUP D'AUTRES PAYS. »***

AmphitriA, à La Seyne-sur-Mer, traite les eaux usées de 350 000 habitants de l'ouest de l'agglomération toulonnaise.

>>

ASSAINISSEMENT

TROIS STATIONS D'ÉPURATION

Le traitement de l'ensemble des eaux usées des communes de la communauté d'agglomération est assuré par trois stations d'épuration :
- *AmphitriA*, La Seyne-sur-Mer, assure le traitement de l'eau usée de l'Ouest de l'agglomération toulonnaise, mais aussi de l'air et des boues ;

- *Amphora*, à La Garde, traite les eaux usées de 100 000 habitants du secteur Est de l'agglomération avant de rejeter les eaux épurées à 1800 mètres au large des côtes ;

- la station de l'*Almanarre*, à Hyères, a une capacité de traitement d'eaux usées de 91 000 habitants. Elle épure les eaux des communes de Hyères et Carqueiranne.

Source : site Toulon Provence Méditerranée - Communauté d'agglomération. www.tpm-agglo.fr

Peut-on mesurer scientifiquement ces signes de reconquête ?

Oui, nous avons le projet d'implanter un récif artificiel en face de la station d'épuration *AmphitriA* et de placer des caméras sous-marines pour le filmer en continu. Ce qui permettra de suivre en temps réel la colonisation de la structure et de démontrer, en fait, que le milieu marin se régénère et se réapproprie l'espace environnant l'émissaire. À condition qu'on l'aide un peu.

Les chercheurs de l'Institut océanographique Paul Ricard conduiront le suivi scientifique de ce programme.

Cette meilleure qualité du milieu marin est-elle due à un fonctionnement plus performant de la station, à un changement de process ?

Rappelons qu'à l'origine, il y avait un simple tuyau qui rejetait directement à la mer 24 millions de mètres-cubes d'eaux usées.

Puis, il y a eu la construction d'une station d'épuration avec une première tranche de traitement physico-chimique des eaux usées puis, en 1998, un traitement biologique est intervenu ; aujourd'hui, on épure à 90 %.

Sur le territoire de TPM, le port du Brusc (au premier plan) est rattaché à la commune de Six-Fours-les-Plages (Var). Au second plan, l'île des Embiez, siège de l'Institut océanographique Paul Ricard, est séparée du continent par la lagune du Brusc, espace remarquable du réseau Natura 2000.

Les seuls impacts créés sur le milieu marin sont dus aux apports d'eau douce, ainsi qu'à des résidus de matière organique et de produits de traitement comme le sulfate de fer.

Je pense d'ailleurs que l'impact le plus important est le rejet d'eau douce. En gros, 17 à 20 millions de mètres cubes sont déversés dans la mer, mais ils se dispersent rapidement car l'endroit est assez mouvementé. Ailleurs, nous aurions une réelle problématique.

L'assainissement des eaux usées est celui qui se pratique dans toutes les stations d'épuration, dites aux normes européennes. La seule amélioration envisageable serait de faire un traitement tertiaire qui produirait une eau pure à 100 % pour la récupérer à des fins d'arrosage. Sur le site du cap Sicié, ce serait difficile et très coûteux. Mais si un jour, on a vraiment besoin d'eau, on le fera.

Concernant le traitement des effluents, on parle beaucoup d'hormones, de médicaments... qui parviendraient en masse dans la mer. N'est-ce pas un problème majeur ?

Il est vrai qu'à Marseille, il y a trois ans, des prélèvements marins contenaient beaucoup de paracétamol et des traces d'œstrogène qui sont susceptibles d'induire des changements de sexe chez les poissons, un phénomène déjà observé dans certains fleuves comme la Seine.

Une étude est en projet dans le cadre du Contrat de baie n° 2 de la rade de Toulon pour évaluer l'impact de telles substances. Cette première étape va consister à installer du matériel et à entamer les premiers travaux, mais je ne vois pas les premiers résultats avant dix ans, malheureusement.

Avec du recul, comment jugez-vous l'évolution de l'assainissement en Méditerranée ? Est-on sur la voie tracée il y a une trentaine d'années ?

Il reste encore beaucoup de choses à faire. Des stations d'épuration ne sont toujours pas aux normes européennes. La France a d'ailleurs failli être condamnée à payer 200 millions d'euros de pénalités à cause de 34 stations qui ne respectaient pas la législation. Mais globalement, on est en avance sur beaucoup d'autres pays comme l'Italie.

Le deuxième sujet de préoccupation concerne les pays méditerranéens de la côte africaine.

L'Algérie a récemment beaucoup investi dans la construction de stations d'épuration. Ce pays a les moyens de le faire, mais d'autres pas.

Je pense que nous avons un rôle à jouer et il faut voir comment on peut aider ces nations pour accélérer le processus.

À ce propos, il y a quatre ans, un accord tripartite, a été passé entre la ville de Tanger, l'agglomération de Toulon et Veolia, pour voir comment aider nos amis marocains à changer l'état d'esprit à la fois des élus et des populations à l'égard des problèmes environnementaux et, deuxième étape, mettre en place des dispositifs de préservation du milieu naturel côtier.

> ***« FINALEMENT, ON CONSTATE QUE LES COMPORTEMENTS ONT CHANGÉ ET QU'IL SERA IMPOSSIBLE DE REVENIR EN ARRIÈRE. »***

Toulon Provence Méditerranée pilote des opérations d'éducation à l'environnement : « La Rade m'a dit » est destinée aux scolaires sur la thématique " protection et valorisation des milieux aquatiques ". Chaque année, une centaine de classes bénéficient de ces animations.

Pour terminer, si vous aviez un voeu à formuler sur la politique générale de TPM, quel serait-il ?

Concernant l'environnement, et en particulier le contrat de Baie, je suis rassuré, car il y a une appropriation de la part de la population, et cet état d'esprit est important.

D'autre part, chaque année, 100 classes, soit quelque 2000 enfants sont formés à l'éducation à l'environnement, et en particulier à tout ce qui touche à l'action du Contrat de baie de la rade de Toulon.

Demain, ces jeunes prendront notre place. Finalement, on constate que les comportements ont changé et qu'il sera impossible de revenir en arrière. Quelque part, c'est une bonne chose et, aujourd'hui, il faut surtout continuer à agir dans la voie que nous avons tracée. ■

Propos recueillis
par Christian Frasson-Botton

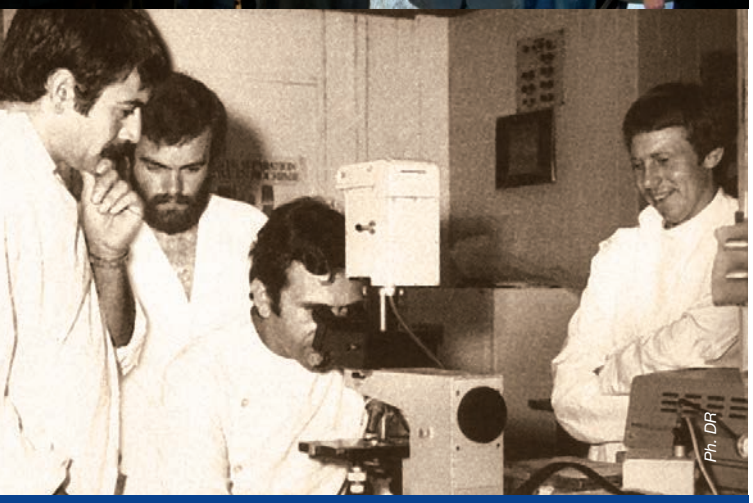
Yvan Martin

« Si c'était à refaire, je referais les mêmes choix. »

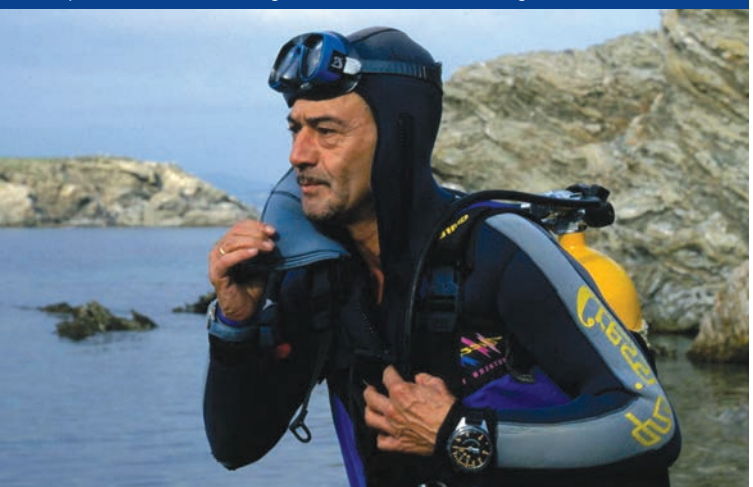
Le directeur de la Recherche de l'Institut océanographique Paul Ricard, Yvan Martin, a pris sa retraite après 40 années d'activité. *« Moment redouté, attendu, émouvant… »*, comme l'a souligné Patricia Ricard, lors d'une réception qui a réuni, aux Embiez, tous ses collègues et amis. *« Mon parcours se confond avec le développement de l'Institut,* a précisé Yvan Martin*. C'est une très belle aventure due au soutien inconditionnel de la société Ricard mais aussi du groupe Pernod Ricard et de la SA Paul Ricard. Si c'était à refaire, je referais les mêmes choix. »*

Jean-Luc Bonnefont prend sa succession : *« Au départ, j'étais venu aux Embiez pour deux ans de thèse qui se sont transformés en 30 ans de collaboration. Et de complicité.»*

Ph. V. Loriette


Ph. DR

De part et d'autre du Pr. Vicente (au microscope), responsable scientifique, la première équipe de chercheurs qui s'est progressivement mise en place à partir de 1973. De dr., à g. : Yvan Martin, Patrick Lelong et Alain Riva.



« Tu as été un éclaireur de la conscience environnementale. »

Yvan, il n'y a pas de plus grande générosité que de partager son savoir, et c'est ce que tu as fait pendant 40 ans avec plus de 40 publications et 200 stagiaires accompagnés. Ton parcours est ponctué d'événements forts comme ce jour où tu reçus un Grand Prix de l'Académie des Sciences. Sous la Coupole de l'Institut de France, tu fus brillant, je m'en souviens.

La véritable vision de l'Institut océanographique Paul Ricard, c'est toi. Tu as été un éclaireur de la conscience environnementale. Bravo pour ta clairvoyance et ta compétence.

Merci d'avoir contribué avec tant de constance à hisser l'Institut à ce niveau d'excellence qu'on lui reconnaît aujourd'hui.

Merci d'avoir préparé l'avenir et redonné l'élan nécessaire. Et à titre personnel, merci, car sans toi, je n'y serais jamais arrivée.

Patricia Ricard,
Présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard

« Tu as choisi de persévérer dans tes recherches au sein de l'Institut océanographique Paul Ricard pour aboutir à la réalisation d'un véritable laboratoire. »

Notre rencontre remonte aux débuts des années 1970 dans le laboratoire de biologie animale du Pr. Vicente. C'était l'époque des premières études scientifiques sur la reproduction et l'élevage de nouvelles espèces marines.

Tu as choisi de persévérer dans tes recherches au sein de l'Institut océanographique Paul Ricard pour aboutir à la réalisation d'un véritable laboratoire permettant d'accueillir plusieurs stagiaires par an dans le cadre de leur diplôme.

On envie ton parcours scientifique qui est digne d'éloge avec de nombreuses publications d'un niveau international.

Yvan, c'est le moment où l'âge nous pousse à changer de statut. Tu vas pouvoir, entre autres, profiter pleinement des joies de la famille.

Alain Riva
Docteur en Science

1995 - Yvan Martin reçoit un Grand Prix de l'Académie des Sciences.

« Tu es devenu une référence dans le domaine scientifique. »

Comme le temps a passé ! Je me reporte 40 ans en arrière lorsque, en 1972, je vois arriver à la Faculté de Saint-Jérôme, à Marseille, deux étudiants de l'Université de Nice qui me demandent si je peux les accueillir dans mon Laboratoire pour y réaliser une thèse.

Yvan, tu es l'un des deux, et l'autre notre malheureux ami Claude Lucain trop tôt disparu.

Le Président de l'Observatoire de la Mer, vient tout juste de me proposer de créer une équipe scientifique et, grâce à ce mécénat d'entreprise, vous êtes les premiers à gagner l'île des Embiez pour y effectuer vos recherches. C'est le début d'une belle aventure, et tu t'affirmes comme un véritable chercheur, un leader.

Dès lors, tu conduis ta carrière sans dévier d'un iota, faisant tienne la devise : *« Mens sana in corpore sano »* car, au-delà du chercheur, il y a le sportif pratiquant les arts martiaux, la spéléologie, l'escalade...

Tu arrives à te forger un équilibre qui fait ta force intellectuelle et physique. Tu es cependant un homme secret, réservé, ne mélangeant pas vie professionnelle et vie privée. Pourtant, sous un aspect sévère se cache un homme sensible, spirituel et artiste.

Tu as su t'attirer, par ton sérieux et tes compétences, l'estime et l'admiration de tes pairs et de tes élèves, dans un contexte quelquefois difficile. Mais ta force de caractère t'a permis de surpasser les difficultés. Tu es devenu une référence dans le domaine scientifique.

Je suis heureux et fier d'avoir pu faire ce bout de chemin en ta compagnie.

Nardo Vicente
Délégué général, responsable scientifique
de l'Institut océanographique Paul Ricard

Paul Gavarry

Grand marin, homme de conviction et d'amitié

Lors d'une Assemblée générale de l'Institut, en 1996, le commandant Gavarry, en compagnie de deux autres grands marins : le commandant Tailliez et l'amiral Ortolan (de g. à dr.).

De nouveau, le monde de la plongée sous-marine est en deuil. Le commandant Paul Gavarry nous a quittés le 2 avril 2013.

Paul Gavarry a consacré toute sa carrière à la plongée sous-marine. Il a présidé aux destinés du GISMER, succédant au commandant Philippe Tailliez dont il fut le disciple et auquel il vouait une profonde admiration et une affection toute filiale.

À la fin de sa carrière dans la Marine nationale qu'il a quittée avec le grade de capitaine de vaisseau, Paul Gavarry est devenu directeur de l'Institut national de la plongée professionnelle (INPP), en 1982, contribuant à faire connaître la plongée française au niveau international et en participant à l'élaboration des lois qui la régissent aujourd'hui. À l'INPP, il a formé des centaines de plongeurs professionnels de plusieurs pays du monde.

Fidèle en amitié, ne se départant jamais de sa bonne humeur et de sa gouaille toute méridionale, il a été durant de nombreuses années un administrateur apprécié à l'Institut océanographique Paul Ricard.

Nous avons participé ensemble à de nombreuses manifestations au cours desquelles il savait faire partager avec compétence et simplicité sa connaissance du milieu marin et de la plongée, en particulier auprès des scolaires.

Sa gentillesse, son sourire, son intelligence et son regard bleu comme la Méditerranée qu'il aimait tant, nous manquent.

Nardo Vicente

La Lettre
d'information
N°12 - 2013

CONSEIL ÉCONOMIQUE SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL (CESE)

La haute mer, avenir de l'humanité

QUELLE GOUVERNANCE POUR UNE GESTION DURABLE DE L'OCÉAN ?

SUR CE THÈME, LE CONSEIL ÉCONOMIQUE SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL (CESE) A ORGANISÉ UNE CONFÉRENCE INTERNATIONALE, LE 11 AVRIL, À PARIS, À LAQUELLE A PRIS PART PATRICIA RICARD, PRÉSIDENTE DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD.

Les acteurs de la société civile française et internationale étaient mobilisés dans les différents exposés, débats et témoignages. Patricia Ricard est intervenue comme « grand témoin » aux côtés de personnalités telles que Nicolas Hulot, Jean-Michel Cousteau, Irina Bokova, directrice générale de l'UNESCO, agnès b., styliste, Éric Karsenti, directeur scientifique de l'Expédition *Tara Océans*, Angus Friday, Banque Mondiale.

Au terme de cet événement, l'*« Appel de Paris pour la haute mer »* a été lancé. L'objectif est de peser sur les négociations des Nations Unies, qui doivent aboutir en 2014 à un cadre international pour la gestion de la biodiversité de ce vaste espace maritime.

L'Institut océanographique Paul Ricard relaie l'*« Appel de Paris pour la haute mer »*.
Pour signer cet Appel et s'engager pour l'océan :
www.lahautemer.org

LA 3E ASSEMBLÉE DE LA RÉPUBLIQUE
Le CESE a pour mission de conseiller le Gouvernement, l'Assemblée nationale et le Sénat dans l'élaboration des lois et des décisions relatives aux politiques publiques. Patricia Ricard en est membre depuis 2010 au titre de *« personne qualifiée de l'environnement »*.

Imprimé sur papier 100% recyclé. IMPRIM'VERT®