

# AWARE

OUR WORLD, OUR WATER  
**Notre monde, nos eaux**



[www.projectaware.org](http://www.projectaware.org)

## REMERCIEMENTS

Project AWARE Foundation tient à remercier notre partenaire principal, *Professional Association of Diving Instructors* (PADI), relativement au don généreux reçu de sa part pour le présent guide. Des remerciements plus précis au personnel de PADI et aux autres contributeurs à la rédaction du présent guide, nommément Kurt Amsler, Lori Bachelor-Smith, Greg Beatty, Juerg Beeli, Alex Brylske, Kristen Core, Pat Fousek, Yoshihiro Inoue, John Kinsella, Todd R. Menzel, Jan Moeller Busch, Jean-Claude Monachon, Jeff Myers, Mary Kaye Nesbit, Henrik Nimb, Olle Olsson, Carol Porter, Suzanne Pleydell, Drew Richardson, Dail Schroeder, Karl Shreeves, Brad Smith, Susan E. Tate, Kristin Valette and Bob Wohlers.

Project AWARE Foundation tient aussi à remercier les individus et organismes suivants relativement aux photos et schémas qu'ils ont fournis : 5Ball, Kurt Amsler, Peter Auster, Ken Berry, Alex Brylske, John Boyer, Dana Point Historical Society, Jeremy Stafford-Dietsch, Peter Dreisel, Douglas Good, Tom Haight, Bill Jurney, Jean-Marc Labbe, John Nesbit, Mary Kaye Nesbit, Bob Leite, Tiffany Leite, Michigan Sea Grant, Andy Muir, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Undersea Research Center (NURC), North Carolina National Estuarine Research Center, Ocean Conservancy, Terrence O'Brien, Alese Pechter, Mort Pechter, Doug Perrine, Innerspace Visions, Damian Searles, Katherine Smith, Michel Verdure, Philip Pinto, REEF, Reef Relief, Jeremy Stafford-Deitsch, Kristin Valette, Vee TECH, Cliff Wassmann, Daniel West, Bob Wohlers and Margan Zajdowicz.

Vous pouvez obtenir copie du présent document en le téléchargeant (format PDF) depuis le site notre organisme. Vous pourrez aussi mieux connaître la *Project AWARE Foundation*, soumettre vos commentaires et suggestions. Honorez-nous de votre visite à

**[www.projectaware.org](http://www.projectaware.org)**

*AWARE-Notre monde, nos eaux* 2014 , traduction par Patrick Allaire – et corrections par Louis Pagé – depuis l'original *AWARE-Our World, Our Water* , 2009

Copyright Project AWARE Foundation 2009

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA. Product No. 70241 (Rev 4/10) Version 1.02

## TABLE DES MATIÈRES

Chapitre premier		Chapitre cinquième	
Introduction		Ressources aquatiques menacées	
Introduction	1-2	Pollution	5-1
Comment utiliser ce livret	1-3	Gestion des pêches	5-10
Fondation <i>Project AWARE</i>	1-4	Dégradation des côtes et des milieux humides	5-19
Chapitre deuxième		Chapitre sixième	
Un seul immense écosystème		En eaux troubles	
Environnement aquatique de notre planète	2-1	Les régions du monde les plus menacées	6-1
Écosystèmes d'eau douce	2-4	Chapitre septième	
Mers et océans	2-7	Ce que vous pouvez faire	
Productivité marine	2-8	Plonger AWARE	7-1
La zone côtière	2-12	Vous engager	7-4
Chapitre troisième		Ramasser les débris	7-5
Eaux polaires et tempérées		Utiliser des bouées d'amarrage	7-8
Productivité océanique	3-1	Zones maritimes protégées	7-9
La vie entre les marées	3-4	Récifs artificiels	7-10
Les forêts de laminaires	3-11	L'avenir	7-12
Les régions polaires	3-15	Annexes	
Chapitre quatrième		Glossaire	A-1
Les récifs coralliens		Bibliographie	A-7
Leur diversité et leur beauté	4-1	Révision des connaissances	A-8
Récifs poissonneux	4-5		
Dommages – ce que l'humain leur fait subir	4-9		



**1** Chapitre premier  
Introduction

**INTRODUCTION**

## Chapitre premier

### Introduction

Introduction

Comment utiliser ce livre

Fondation *Project AWARE*



### INTRODUCTION

*« Comme c'est étrange que nous appelions notre planète Terre quand c'est si évident qu'elle est Océan. »*

*- Arthur C. Clark*

L'eau, c'est la vie. Chacun de nous – toute créature vivante – dépend des océans, rivières, lacs et torrents non seulement pour boire, mais aussi pour manger, se déplacer, obtenir de l'énergie, être en santé et se récréer. La relation de l'humanité avec les eaux qui l'entourent est complexe. Nous apprécions et sommes émerveillés des créatures qui vivent dans et autour des milieux aquatiques. Souvent, nous trouvons réconfortant de souffler sur la surface. En même temps, nous voulons prendre le contrôle des eaux et les asservir à nos besoins. Notre relation avec le monde aquatique est à la fois incontournable et essentielle, aujourd'hui et dans l'avenir.

*« Nous désirons que nos enfants, leurs enfants et les générations à venir puissent jouir du monde sous-marin qui nous a tant donné. L'humanité a de nombreux et graves problèmes à résoudre, mais c'est vraiment de notre ressort. Si les plongeurs ne prennent pas une part active dans la protection de l'environnement aquatique, qui le fera? »*

*- John J. Cronin, Chef de directoin, PADI*

Ce livret s'adresse d'abord aux étudiants des cours *Project AWARE speciality* et *AWARE Coral reef Conservation*. Il est néanmoins une ressource valable pour quiconque s'intéresse à comprendre et préserver l'environnement aquatique de notre planète. Au long des prochains chapitres, vous apprendrez :

- Comment fonctionne le monde aquatique planétaire (chapitre 2)
- L'importance des dommages causés aux eaux polaires et tempérées (chapitre 3)

- Les dommages causés aux écosystèmes les plus merveilleux – les récifs coralliens (chapitre 4)
- Les enjeux les plus pertinents quant aux menaces faites aux milieux aquatiques comme la pêche, les zones côtières, la dégradation des milieux humides et la pollution (chapitre 5)
- Les environnements les plus menacés (chapitre 6)
- Ce que vous pouvez faire pour conserver un écosystème aquatique (chapitre 7)



Photo courtesy of NOAA/Department of Commerce



## COMMENT UTILISER CE LIVRET

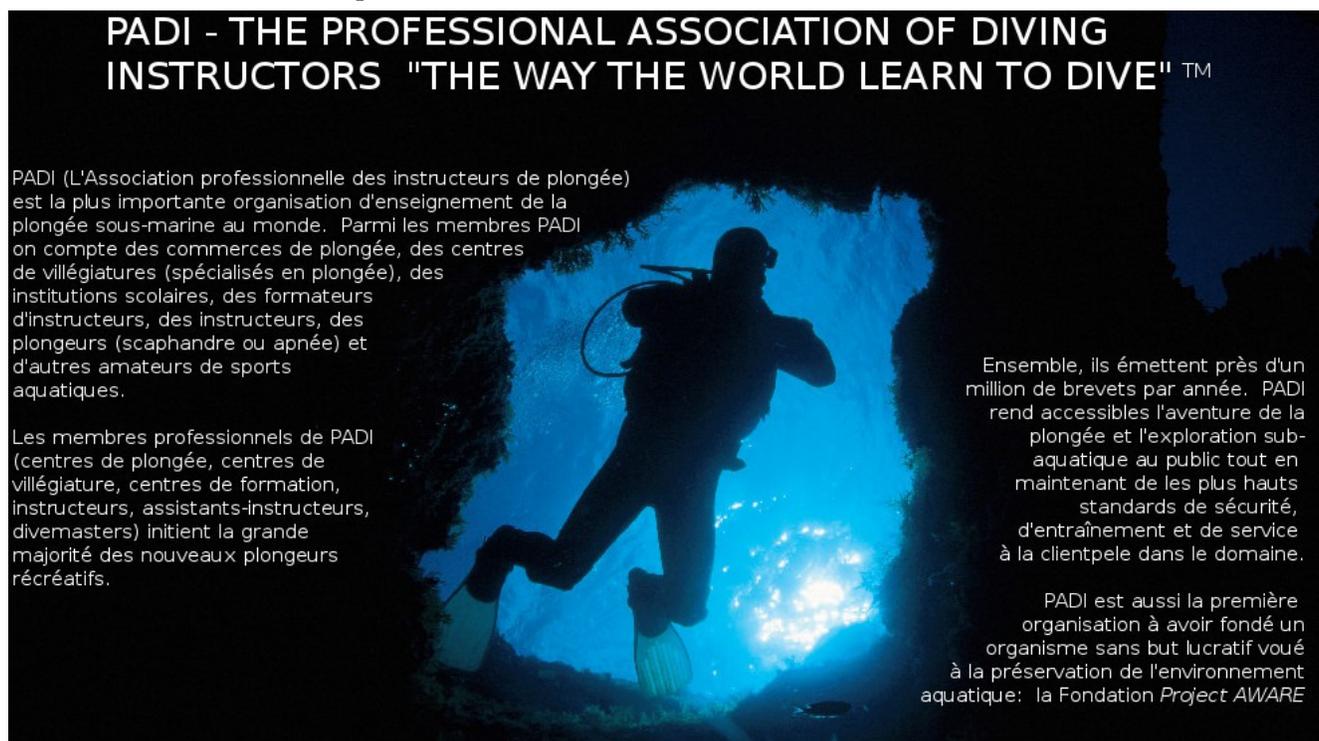
Afin de profiter pleinement du présent livret, trouvez d'abord un lieu confortable où vous pourrez vous concentrer sur ce que vous lirez. Ensuite, feuillotez l'ensemble du livret, ne regardant que les photos, les illustrations, les encadrés et les titres. Ainsi, vous aurez un aperçu de ce que vous apprendrez. Quand vous lisez un chapitre, commencez par survoler la *révision des connaissances*. Au gré de votre lecture, vous repérerez les réponses. Souligner, ou surligner renforce le processus intellectuel de l'apprentissage. De plus, ça vous aidera à retracer les éléments importants ultérieurement.

À la fin de chaque chapitre, vous trouverez un petit questionnaire vous permettant de vérifier votre compréhension du texte. Si vous faites une erreur dans une ou l'autre réponse, retournez dans le texte pour relire le ou les paragraphe(s) jusqu'à ce que vous ayez bien compris. À la fin du livre, vous trouverez un semblable questionnaire vous permettant de réviser l'ensemble du livret. Complétez ce questionnaire en relisant au besoin les chapitres où vous hésitez dans vos réponses. Si vous

suivez un cours *Project AWARE speciality*, votre instructeur révisera vos connaissances avec vous et vous demandera copie de votre feuille complétée. Il répondra aussi aux autres questions que vous pourriez encore avoir.

### **Cours *Project AWARE speciality***

C'est en 1998 que *Project AWARE* a élargi son champ d'action du domaine de l'éducation par l'introduction du cours *Project AWARE speciality*. Ce cours est une introduction magistrale et amusante sur les enjeux environnementaux du monde aquatique. Les professionnels engagés de PADI offrent ce cours aussi bien aux plongeurs qu'aux non-plongeurs, à quiconque désire en savoir plus et s'engager dans la protection de l'environnement aquatique d'eau douce ou d'eau salée. D'ailleurs, la plongée (en apnée ou scaphandre) offre les meilleures opportunités pour apprécier le monde sub-aquatique. Il n'est pas nécessaire de plonger pour suivre le présent cours. Il est ouvert à tous. La seule exigence est d'avoir de l'intérêt envers ce qui couvre 70% de notre planète : l'eau.

The image features a dark background with a silhouette of a diver in the center, swimming towards the right. The diver is wearing a mask, a tank, and fins. The background is a deep blue, suggesting an underwater environment. The text is overlaid on this image.

**PADI - THE PROFESSIONAL ASSOCIATION OF DIVING INSTRUCTORS "THE WAY THE WORLD LEARN TO DIVE"™**

PADI (L'Association professionnelle des instructeurs de plongée) est la plus importante organisation d'enseignement de la plongée sous-marine au monde. Parmi les membres PADI on compte des commerces de plongée, des centres de villégiatures (spécialisés en plongée), des institutions scolaires, des formateurs d'instructeurs, des instructeurs, des plongeurs (scaphandre ou apnée) et d'autres amateurs de sports aquatiques.

Les membres professionnels de PADI (centres de plongée, centres de villégiature, centres de formation, instructeurs, assistants-instructeurs, divemasters) initient la grande majorité des nouveaux plongeurs récréatifs.

Ensemble, ils émettent près d'un million de brevets par année. PADI rend accessibles l'aventure de la plongée et l'exploration sub-aquatique au public tout en maintenant de les plus hauts standards de sécurité, d'entraînement et de service à la clientèle dans le domaine.

PADI est aussi la première organisation à avoir fondé un organisme sans but lucratif voué à la préservation de l'environnement aquatique: la Fondation *Project AWARE*

## FONDATION *PROJECT AWARE*

Quand on parle de la santé des mers et océans, aucune communauté sportive ou récréative ne peut égaler l'engagement personnel et la motivation des plongeurs. En réponse à la croissance des problèmes que vivent les écosystèmes aquatiques marins et d'eau douce, PADI a créé le Projet AWARE (acronyme anglais pour *Aquatic World Awareness, Responsibility and Education* , se traduisant par « Conscientisation, Éducation, Responsabilisation envers le monde aquatique »). Le projet AWARE fut d'abord une campagne en faveur d'un usage plus « éthique » de l'environnement. C'était en 1989. En 1992, PADI a enregistré officiellement la *Project AWARE Foundation*, en tant qu'organisme autonome à but non-lucratif.

Chaque année, Project AWARE offre à plus d'un million de personnes une formation au milieu aquatique, à la plongée dite « responsable » et aux efforts de conservation déployés de par le monde. Son réseau de contact mise sur plus de 100 000 professionnels de PADI.

### Mission et objectifs

*Project AWARE* se voue à la conservation de l'environnement subaquatique par l'éducation, le démarchage et l'action directe. *Project AWARE* fait équipe avec des plongeurs et des mordus de la protection environnementale des milieux aquatiques. La Fondation entraîne les plongeurs à se mouiller dans des projets environnementaux, des activités, de la sensibilisation menant à la recherche de solutions viables pour la planète. Afin de renforcer son impact au niveau mondial *Project AWARE* fait aussi alliance avec des organisations citoyennes et des organisations gouvernementales.



La Fondation subventionne et assiste aussi des projets de conservation, distribuant plus de 300 000 \$ (USD) chaque année. Individus et groupes obtenant un tel support financier s'attachent à des activités aussi diverses que des nettoyages de rives et fonds d'un site précis ou s'engagent à longs termes dans des projets de recherche.





Enregistrement des statistiques après un nettoyage (dans le cadre de la journée mondiale de nettoyage).



Plongeur participant à un projet de surveillance.



Un plongeur occupé à fixer une amarre permanente afin de freiner la détérioration du site par l'amarrage des bateaux.



Au cours de la première décennie 2000, *Project AWARE Foundation* a contribué au succès de nombreux projets. Notons : **International cleanup day (journée mondiale de nettoyage)**. Chaque mois de septembre est dédié au nettoyage. Des dizaines de milliers de plongeurs (ou non-plongeurs) prennent part à l'effort global. Les organisateurs de nettoyages locaux comptabilisent les déchets ramassés, leur masse, leurs types. Ces données sont ensuite compilées par *Ocean Conservancy*, un partenaire de *Project AWARE*, puis analysées afin d'évaluer les améliorations ou détériorations de l'environnement.

**Plongez pour le jour de la terre.** Le 22 avril de chaque année, les plongeurs du monde entier mènent des projets et événements à saveur environnementale. De tels projets peuvent être – entre autres – un nettoyage de fonds marins, l'installation d'une bouée d'amarrage, le recensement d'un récif, le dénombrement de poissons ou l'offre d'un programme de sensibilisation au grand public.

**Récifs artificiels et épaves.** Depuis 1990, la Fondation a contribué à transformer des épaves en récifs artificiels au Canada, au Mexique et aux États-Unis, au large des côtes comme dans les Grands Lacs. Brièvement, on peut dire que cela se fait en nettoyant l'épave et en y pratiquant de larges ouvertures par lesquelles circulent facilement les organismes vivants. Les animaux y trouvent un refuge et les plongeurs de lieux plus accessibles où rencontrer la nature. Ces récifs artificiels diminuent la pression (concurrence des espèces) sur les récifs naturels.

**Programme des bouées d'amarrage.** Grâce à l'appui de la Fondation, des centaines de bouées d'amarrage ont été fixées de façon permanente au fond marin. Elles protègent ainsi les sites de plongée les plus achalandés en réduisant la nécessité de s'ancrer à chaque fois. En certains endroits les dommages provoqués par l'ancrage ont été freinés, en d'autres lieux réduits. Les opérateurs intéressés peuvent recevoir toute l'information nécessaire ou du support financier auprès de la Fondation.

# 2 Le monde aquatique

Un seul immense écosystème

THE AQUATIC WORLD—  
ONE BIG ECOSYSTEM



## Chapitre deuxième

### Un seul immense écosystème

Environnement aquatique de notre planète  
Écosystèmes d'eau douce  
Mers et océans  
Productivité marine  
La zone côtière

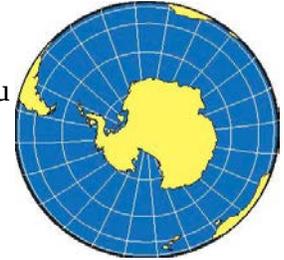
#### Contenu essentiel

*Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :*

1. Comment toutes les eaux de la planète sont-elles – en fin de compte – toutes reliées?
2. Comment se compare le milieu aquatique au milieu terrestre en termes de grandeur, de surface, de milieu de vie et de température?
3. Quels sont les deux principaux écosystèmes d'eau douce et qu'est-ce qui les distingue?
4. Quelles sont les deux principales zones océaniques et qu'est-ce qui les distingue?
5. Quelle est la composition minérale (sels) moyenne de l'eau de mer et d'où viennent ces minéraux?
6. Quelle est la base de la chaîne alimentaire marine et pourquoi certaines zones sont-elles tellement plus productives que d'autres?
7. Comment la productivité des eaux côtières et hauturières est-elle différente?
8. Qu'est-ce qui rend les zones côtières et les milieux humides si importants?

### ENVIRONNEMENT AQUATIQUE DE NOTRE PLANÈTE

Même si nous écrivons souvent le mot « océan » au pluriel, il n'y a – de fait – qu'un seul océan. Plus encore, toute l'eau de la planète est ultime-ment reliée. Au-delà des restrictions – voir de l'isolement apparent – qu'imposent les terres et continents, tous les systèmes aquatiques – eaux douces et eaux salées – sont reliés.



Les cinq noms des océans (Pacifique, Atlantique, Antarctique, Arctique, Indien) leur ont été donnés à une époque où l'humanité savait peu à propos de la géographie. Aujourd'hui, ces noms servent à désigner facilement certaines parties de l'océan unique.

Il peut sembler que l'eau douce compte pour une part importante de l'hydrosphère (ou enveloppe d'eau de la Terre, incluant toutes les eaux), mais ce n'est pas le cas. Toute l'eau contenue dans les Grands Lacs (Canada, É-U), le lac Baïkal (Russie), le bassin versant de l'Amazone, (Amérique du Sud), le Nil (Afrique), les fleuves Jaune (Chine) et Mississippi (É-U) rassemblée, n'atteint même pas un volume significativement comparable à celui de l'océan Indien. À peine 3% de l'eau mondiale est douce. Trois-quarts de l'eau douce est gelée dans les calottes polaires. Encore 20% de l'eau douce coule sous la surface, ce qui en reste très peu pour former toutes les rivières, tous les lacs du monde! Pourtant, cette petite part joue un rôle incroyablement important dans le fait qu'il y ait de la vie sur notre planète.

Peu importe qu'elle soit salée, douce, liquide, gelée ou vapeur, l'eau est toujours composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène, sans égard où elle se trouve. Le cycle hydrologique garde l'eau en mouvement par l'évaporation, la condensation, la précipitation. Chaque goutte d'eau finit un jour ou l'autre à se retrouver dans l'océan, une mer, un lac, une rivière, un torrent. L'eau se trouvant dans l'océan aujourd'hui s'est peut-être déjà trouvée dans une rivière hier. C'était peut-être aussi cette eau qui formait le glaçon que vous avez mis dans votre thé glacé la semaine dernière. Peut-être aussi était-ce la goutte que quelqu'un a pompée d'un puits profond et avec laquelle il a arrosé son champ ou son gazon.

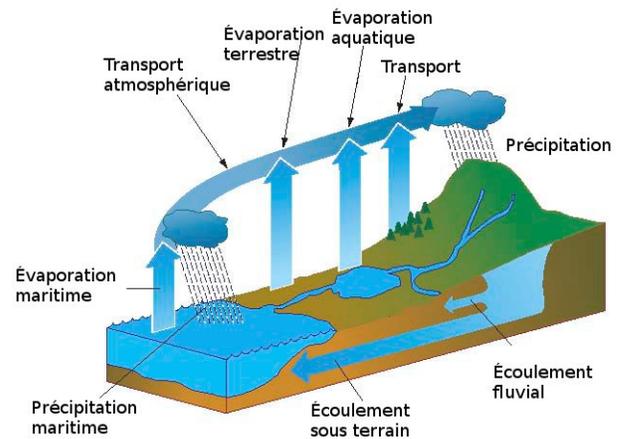
Tandis que l'eau charrie aussi les polluants, son cycle omniprésent entraîne aussi le risque de disséminer ces polluants. C'est pourquoi les problèmes de qualité des eaux est bien plus qu'un problème régional. C'est une question globale.

### Taille, surface et milieu de vie

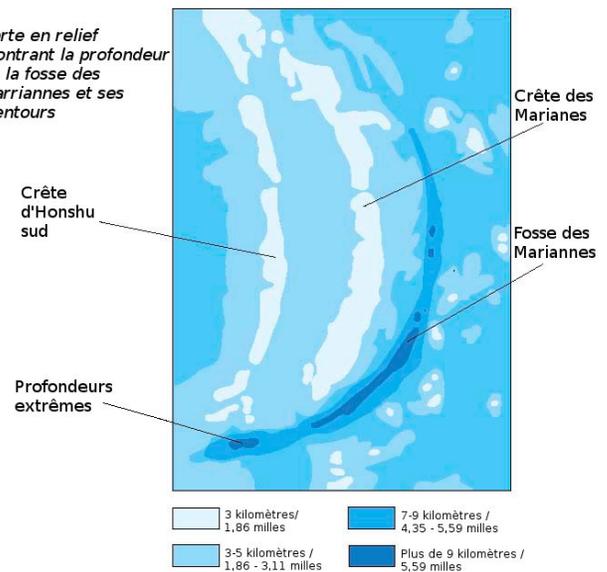
L'eau couvre plus de 70% - 365 656 200 km<sup>2</sup> / 141 180 000 milles carrés – de la surface du globe. L'océan Pacifique couvre 25% du globe à lui seul. C'est plus que toutes les terres émergées réunies. Le volume des eaux est estimé à 1350 millions de km<sup>3</sup> / 324 millions de milles cubes, ce qui représente 99% de l'espace habitable sur la planète.

En plus de dominer la surface du globe, les eaux nous réservent une autre surprise : sa profondeur incroyable. Alors que l'altitude moyenne des terres est de 840 mètres / 2755 pieds, la profondeur moyenne des océans est de 3729 mètres / 12 238 pieds. La profondeur maximale est atteinte dans la zone connue sous le nom de « Profondeur extrême » et que nous avons repérée pour la première fois en 1951. Là, le fond se trouve à 11 022 mètres (11,02 km) / 36 150 pieds / 6,85 milles) de la surface. À cette profondeur, on peut immerger totalement

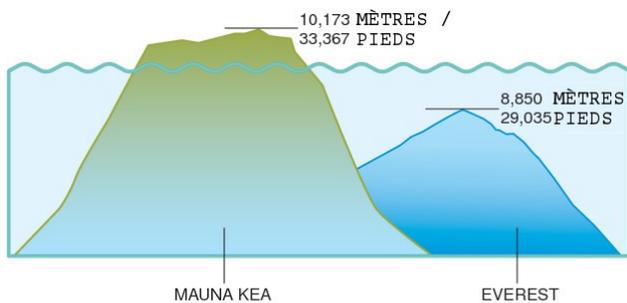
Le cycle hydrologique



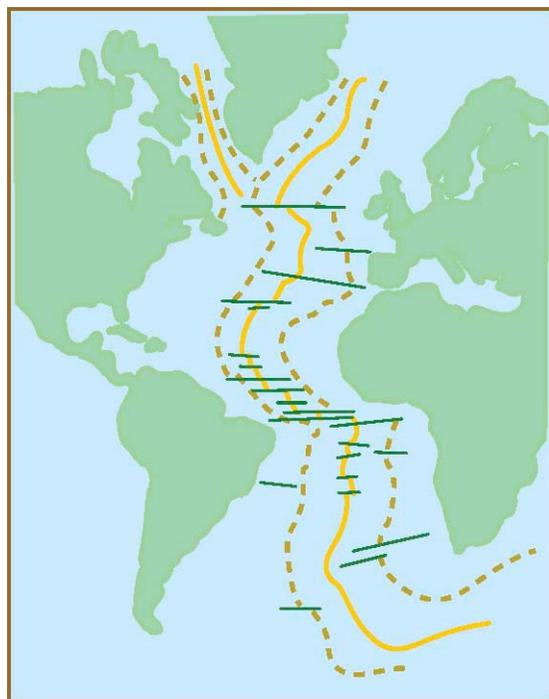
Carte en relief montrant la profondeur de la fosse des Mariannes et ses alentours



l'Everest, le point le plus élevé de la Terre. Et encore! Il resterait 2400 mètres / 8000 pieds d'eau au-dessus de son sommet. La pression, au fond de la fosse des Mariannes est de 1200 kg/cm<sup>2</sup> / 16 000 livres au pouce carré.



La montagne la plus haute sur terre - le mont **Mauna Kea** - comparativement au mont Everest



- Bords de soulèvement
- Zones ou crêtes de fracture
- Ligne de soulèvement océanique

La fracture de soulèvement au centre de l'océan atlantique

Et même les montagnes sous-marines font paraître celles terrestres bien humbles. Par exemple, le fier mont Everest (8850 mètres / 29 028 pieds au-dessus du niveau de la mer) est petit à côté du mont Mauna Kea à Hawaï (É-U). Depuis le fond, le mont Mauna Kea s'élève à 10 173 mètres / 33 367 pieds, dont seulement 4193 mètres / 13 753 pieds émergent de la surface.

La plus longue chaîne de montagnes de la planète est elle aussi sous l'eau. La dorsale océanique traverse tout l'océan Atlantique, contourne l'Afrique, traverse l'océan Indien, puis le Pacifique et se rend jusqu'à la côte ouest américaine. C'est quatre fois plus long que la Cordillère des Andes, les Rocheuses et l'Himalaya combinées.

### Température

Un autre élément qui différencie eaux et terres, c'est la variation des températures. Le monde terrestre connaît d'incroyables grandes variations de température allant de  $-37^{\circ}\text{C}$  /  $-100^{\circ}\text{F}$  en Antarctique à plus de  $37^{\circ}\text{C}$  /  $100^{\circ}\text{F}$  en plusieurs endroits du monde.

Pour leur part, les températures océaniques sont beaucoup plus constantes parce que l'eau reste liquide dans une gamme de températures plutôt réduite. De plus, l'eau peut absorber plus de chaleur que n'importe quelle substance naturelle. Ces facteurs font de l'eau un milieu à la température incomparablement plus constante que l'environnement terrestre. Par conséquent, les variations sont plus lentes et occasionnent un ralentissement du cycle des saisons. C'est particulièrement vrai au grand large.

Cependant, les variations de température des eaux de surface, à l'intérieur des terres peuvent être assez grandes, allant de  $-4^{\circ}\text{C}$  /  $25^{\circ}\text{F}$  (point de congélation de l'eau salée) jusqu'à  $37^{\circ}\text{C}$  /  $100^{\circ}\text{F}$  dans le golfe Persique. Quoi qu'il en soit, la température de l'océan oscille autour de  $3,5^{\circ}\text{C}$  /  $37^{\circ}\text{F}$ , nous rappelant que c'est là que se trouvent 99% de toute l'eau de la planète.

## ÉCOSYSTÈMES D'EAU DOUCE

Même s'ils comptent pour un infime pourcentage des eaux planétaires, les écosystèmes d'eau douce sont variés et d'une importance vitale pour les régions où ils sont. Il n'y a pas de plus bel exemple de diversité en écosystème d'eau douce que celui de l'Amazone.

Plusieurs scientifiques sont convaincus que l'Amazone soit la région de la plus grande diversité, abritant au moins d'aussi nombreuses espèces de poissons différentes que les récifs

coralliens, et 5 fois plus que ceux des Caraïbes.

Le mouvement des eaux douces joue lui aussi un rôle important. Il modèle les continents en les érodant et en y déposant des sédiments. Les sédiments transportés nourrissent plantes et animaux. Les courants ont aussi modelés la conquête humaine de la planète.

La *Limnologie* est la science qui étudie les écosystèmes d'eau douce. Elle divise ceux-ci en deux catégories :

- écosystème *lentique* : fait d'eau stagnante comme les lacs, les étangs.
- écosystème *lotique* : fait d'eau vive comme les rivières et les torrents.

Certains milieux humides comme les marais, les estrans ou les estuaires sont aussi des écosystèmes d'eau douce.

### Écosystèmes lenthiques

Lacs et étangs ne sont souvent rien de plus que des dépressions du continent où s'accumule l'eau. Ils varient de la mare de moins d'un hectare (2,4 acres) aux grands lacs couvrant des milliers de km<sup>2</sup> / milles carrés. Ils peuvent être aussi peu profonds qu'un mètre / 3 pieds ou aussi creux que 2 km / 6000 pieds.



Lacs et étangs peuvent trouver leurs origines dans la fonte des glaciers, dans le blocage d'un cours d'eau ou dans un mouvement tectonique formant un bassin d'eau. Certains bassins sont d'origine humaine. On barre parfois les rivières pour accumuler l'eau, produire de l'électricité ou irriguer. Les carrières et les mines peuvent également se remplir d'eau. Les castors sont connus pour leurs barrages qui forment des lacs peu profonds mais parfois vastes.

La variation de température en fonction de la profondeur forme dans les lacs ce qu'on appelle la *stratification*. La *zone littorale* se trouve au bord du plan d'eau et sa profondeur est assez faible pour que la lumière pénètre jusqu'au fond. C'est là que croissent les plantes aquatiques. Au-delà de cette zone éclairée, c'est le large, ou *zone limnétique* où vivent le plancton et les poissons. Sous la couche où peut pénétrer la lumière, c'est la *zone profonde*. Là, la diversité varie en fonction de la température et de l'apport en oxygène.

Le fond constitue la *zone benthique*. Bien que ça ne paraisse pas, cette zone grouille de vie, principalement autour de la décomposition de la matière organique.



Les bactéries *anaérobies* (qui n'utilisent pas l'oxygène) dominent le monde de la vie benthique. Le fond de la zone littorale, pour sa part, est riche en organismes aérobies.

La base de la chaîne alimentaire lacustre est faite de *phytoplancton* (infimes organismes monocellulaires), bien que certains lacs dépendent largement de détritits (petites particules mortes de plante ou d'animaux). De nombreux lacs font face à l'*eutrophisation culturelle* (causée par l'homme) à cause de l'apport important de nutriments par le rejet des égouts sanitaires ou de rejets industriels. L'influence de l'homme a bouleversé et menacé plusieurs écosystèmes d'eau douce.

Bien que moins diversifiés que les écosystèmes marins, les écosystèmes d'eau douce sont biologiquement riches. L'exemple du lac le plus ancien et le plus profond – le lac Baïkal (Russie) – est intéressant. Il a été formé il y a 25 millions d'années, il est creux de 1620 mètres / 5315 pieds. Il contient plus de 20% de l'eau mondiale non-gelée. Plus de 1500 espèces y vivent (et dans son bassin versant). Parmi elles, la plus surprenante, est la présence de phoques. Une des seules espèces de phoque vivant en eau douce dans le monde.

### Écosystèmes lotiques

Rivières et torrents – écosystèmes lotiques – présentent une grande diversité de caractéris-

tiques physiques et biologiques. Évidemment, les conditions de vie à la source ne sont pas les mêmes qu'à l'embouchure. Au sein même de la rivière, il y a diversité de la vie en fonction de la température, de la force du courant, du type fond, de la largeur du canal ou de la topographie. Des changements dans ces conditions se manifestent dans les organismes peuplant les écosystèmes. Par la nature même d'un milieu lotique, un milieu en continuel mouvement, ces écosystèmes demandent un apport constant de nouveaux nutriments. Ceux-ci proviennent souvent des berges.

Plusieurs rivières naissent cachées au creux des forêts. La vie dans ces ruisseaux dépend des détritits qui seront digérés par de multiples invertébrés : les uns déchiétant, les autres collectant ou encore transformant les détritits. Ces organismes, de même que les algues, freinent l'écoulement des nutriments. Le ruisseau devient rivière, grossissant et étant de plus en plus exposé à la lumière du soleil. Celle-ci compte moins sur les détritits environnants que sur ses propres ressources pour produire la nourriture. Les algues et les plantes enracinées là font cela. S'élargissant encore, la rivière doit à nouveau compter sur l'apport de détritits et de matière organique dissoute pour soutenir la vie.

Habituellement, la vie en aval dépend de la vie en amont. Ce qui se trouve en aval vit grâce aux surplus laissés par les organismes vivant en amont. Ainsi en va-t-il des polluants : injectés en amont, ils s'accumuleront en aval.





### Stratification de la température en eaux douces

Plusieurs lacs et étangs passent par un cycle de stratification de leurs eaux, quant à la température, au cours des saisons. Le cycle commence en été, alors que le soleil chauffe les eaux de surface. Au gré de son échauffement, l'eau chaude devient moins dense et, par conséquent, plus légère. Ceci entraîne les eaux plus chaudes au-dessus des eaux plus froides. À cause de la différence de densité, eaux chaudes et eaux froides se mélangent difficilement. La frontière entre les deux couches est caractérisée par une chute soudaine de température entre les couches. Cette frontière est nommée thermocline.

À la faveur des températures plus froides à l'automne, la surface perd de sa chaleur vers l'atmosphère par convection aussi bien que par conduction et évaporation. Ceci entraîne le refroidissement des eaux de surface qui descendent et coulent. Après un certain temps, la température de toute l'eau est uniforme de la surface au fond du lac. L'eau peut alors de nouveau circuler facilement, transporter l'oxygène et les nutriments partout dans le lac. Ce mélange annuel est appelé brassage.

À cause des propriétés physiques uniques de l'eau, la formation de la glace a des répercussions étonnantes et importantes sur la stratification thermique des eaux. Alors que l'eau froide devient plus dense, lorsqu'elle atteint 4°C / 39°F, la densité de l'eau se met à décroître, faisant désormais de l'eau plus froide une eau moins dense et plus légère. Cette eau près du point de congélation restera donc en surface et - tandis que la température ambiante continue de descendre, c'est cette eau de surface qui gèlera. (Sans cette exceptionnelle propriété de l'eau, la glace coulerait au fond).

Étonnamment, l'eau se trouvant immédiatement sous la glace peut être chauffée par le rayonnement solaire. Parce que cette eau est à moins de 4°C / 39°F, le fait de la réchauffer en fait aussi augmenter la densité. Par conséquent, cette eau nouvellement chauffée coulera et se mêlera à l'eau plus chaude qui - elle - aura été réchauffée par le fond du lac. Ainsi, une stratification inverse peut se produire en hiver. L'eau du fond se trouverait alors plus chaude que celle de la surface (en été, c'est le contraire).

Lorsque la glace fond, au printemps, la surface de l'eau retrouve sa température de densité maximale (4°C / 39°F) et se met à couler. Ce mélange, en plus du brassage occasionné par le vent, est un processus important à la vie dans les eaux lacustres. En effet, ces deux mouvements libèrent les nutriments emprisonnés dans les boues du fond et les mêlent aux eaux riches en oxygène provenant de la surface. Tout cela crée les conditions idéales à la croissance du plancton. Alors que la chaleur s'installe de nouveau, le cycle de stratification recommence.

## MERS ET OCÉANS

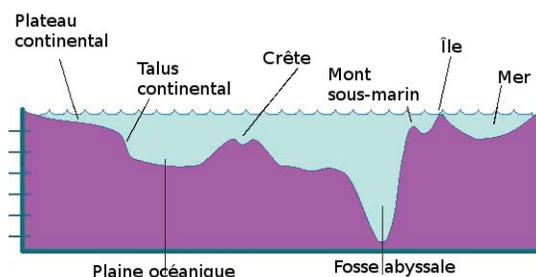
Le plancher océanique est constitué du fond et de la zone continentale. Celle-ci est constituée de la zone côtière (plage, marais, estuaires et lagons), du plateau continental et du talus continental. Comme son nom l'indique, le plateau continental est la partie du plancher océanique adjacente aux masses terrestres. Le plateau continental couvre 5,4% de la surface terrestre. Sa profondeur moyenne est d'environ 130 mètres / 426 pieds, allant de 20 à 500 mètres / 60 à 1650 pieds. Le plateau continental délimite la zone néritique, repère très important au plan de la productivité biologique.

Le plateau continental descend en pente douce jusqu'à ce que la pente devienne soudainement abrupte. C'est alors le talus continental. Le talus couvre 10,8% de la surface terrestre. Au-delà du talus, c'est la plaine océanique, couvrant 54,6% de la planète.

On distingue deux zones dans l'océan : la *zone photique* et la *zone aphotique*. La transition d'une zone à l'autre est graduelle et variable. On définit la première comme étant la zone dans laquelle au moins 1% de la lumière solaire parvient à pénétrer. Bien que d'une importance indéniable, la zone photique constitue néanmoins une faible part des eaux océaniques. Plus de 90% de l'océan se trouve dans la noirceur (zone aphotique, à plus de 200 mètres / 640 pieds de profondeur).

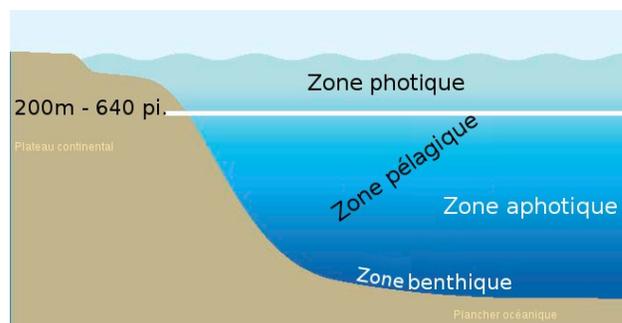
### Composition minérale

Mettant à part certaines variations, on peut dire que l'eau de mer comporte environ 3,5% de matière inorganiques dissoute (sels). Ces sels sont un mélange de tout ce qui se trouve dans la croûte terrestre. Si on extrayait tout le sel de la mer et qu'on l'entassait sur les continents. Le sel les couvrirait d'une épaisseur de 1,5 mètres / 5 pieds. Si on en extrayait seulement l'or, chaque humain en recevrait environ 4 kilogrammes / 9 livres.



Coupe du fond océanique montrant les principales caractéristiques topographiques

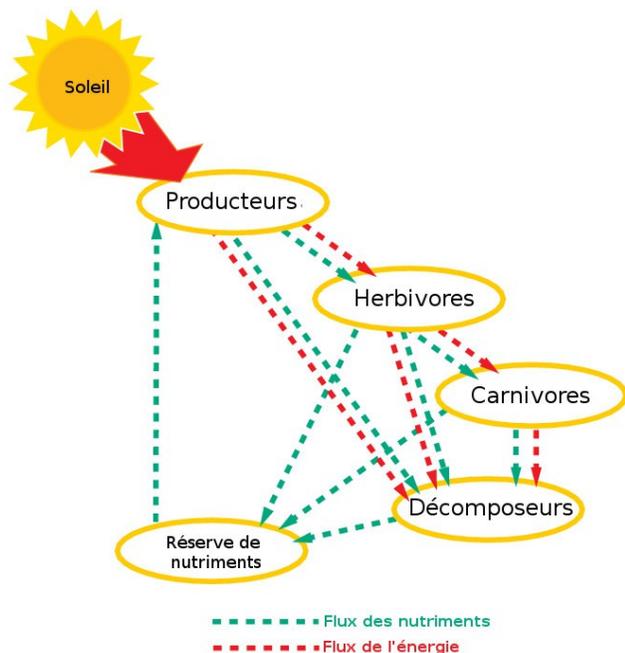
Les sels dissous dans l'eau de mer y arrivent d'abord par le flot des rivières, mais aussi par le vent hydrothermique des grandes profondeurs – ce vent vient des fissures dans le plancher océanique par où entrent des fluides extrêmement chauds et chargés de minéraux venant du manteau. On estime que les rivières du monde charrient 16 milliards de tonnes / 18 milliards de tonnes impériales de sédiments. Elles les déversent dans l'océan. De ces sédiments, 2,9 milliards de tonnes / 3,2 milliards de tonnes impériales, sont des sels dissous. Le cours d'eau apportant la plus grande part de sédiments aux mers est le fleuve Jaune (Chine, avec 1,6 milliards de tonnes, 1,8 milliards de tonnes impériales par an). Le second, à ce chapitre est le Gange (Inde, , avec 1,3 milliards de tonnes, 1,4 milliards de tonnes impériales par an).



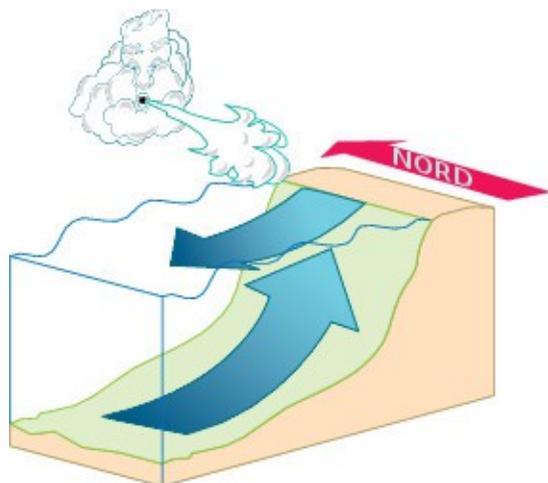
Les principales zones océaniques telles que montrées dans cette coupe présentant le plateau continental et le plancher océanique.

## PRODUCTIVITÉ MARINE

Chaîne alimentaire marine



Résurgence côtière de l'hémisphère Nord



La limpidité de l'eau permet la photosynthèse à des profondeurs plus grandes, mais au-delà des 200 mètres / 650 pieds elle n'est plus possible, car il y a trop peu de lumière. Cette limite est aussi celle du *phytoplancton* (plancton végétal). Le phytoplancton transforme l'énergie solaire en matière organique et sert lui-même de nourriture au *zooplancton* (plancton animal). Le zooplancton est le second niveau de la chaîne alimentaire. Le zooplancton sera à son tour

mangé par des animaux plus gros comme les poissons. Ainsi, les plus grands secteurs de pêche correspondent assez bien aux secteurs prolifiques en phytoplancton.

Bien que la lumière soit essentielle à la vie, elle n'est pas seule; il faut aussi des éléments nutritifs (nutriments) pour soutenir la vie. Cependant la plupart des nutriments sont au fond ou près du fond, dans la zone aphotique. Ils resteraient inaccessibles sans la circulation que l'eau crée. Avec l'eau, les nutriments remontent près des côtes; c'est une résurgence. Plus c'est creux, plus de nutriments remontent vers la surface. Disséminés dans l'eau, il se répandent dans les eaux. C'est le courant ou le vent qui les poussent alors vers le large.

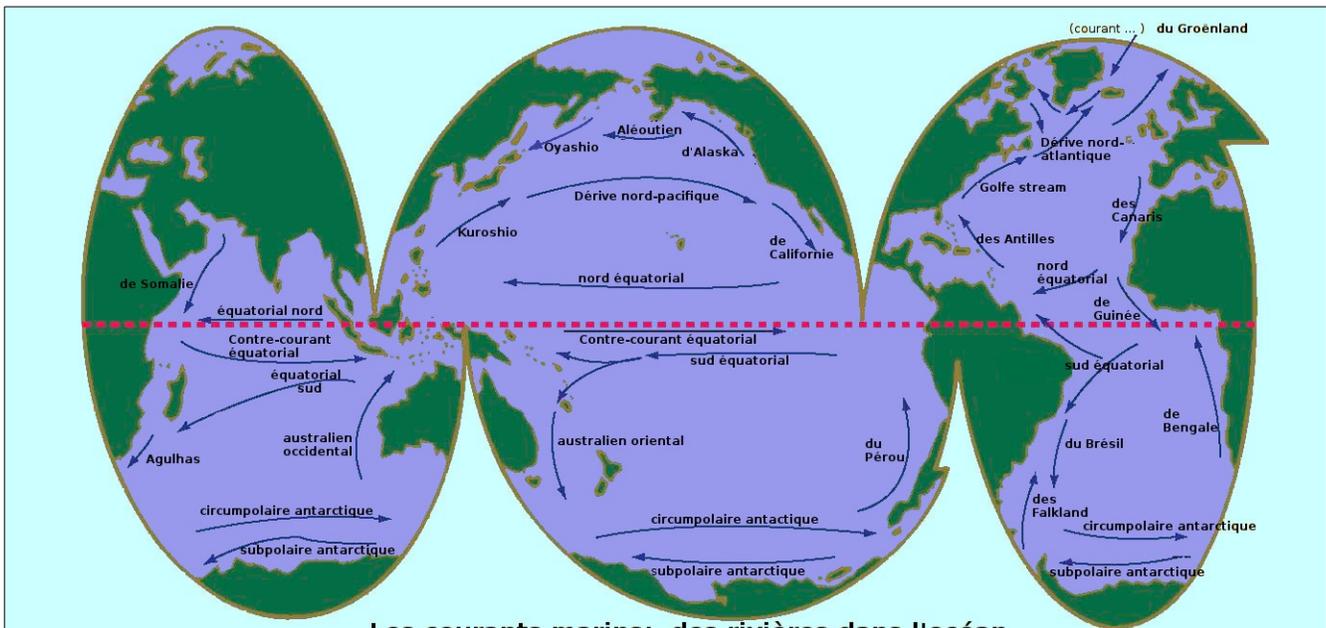
Ces résurgences expliquent pourquoi les côtes du Pérou, de la Californie et d'Afrique de l'Ouest sont si productives et supportent depuis de si nombreuses années une pêche importante. De même aussi, on remarque la haute productivité des zones côtières où le plateau continental s'étire. Les eaux des fleuves et rivières s'y attardent et y laissent quantité de nutriments. Les zones polaires sont modérément productives parce le vent et les courants mélangent les eaux.

Les zones côtières et les zones de résurgence produisent à elles seules un peu moins de 50% de toute la production mondiale de pêche. Près de 98% de toute la pêche mondiale se fait à moins de 300 km / 184 milles des côtes. Ce qui explique que de nombreux pays protègent leur zone économique (300 km / 200 milles des côtes). Selon la loi, ces pays contrôlent la pêche jusqu'à telle distance. De plus, 90% de toute la vie marine se concentre dans les zones côtières.

Bien que le grand océan accapare 90% des eaux, seul 1% de la pêche mondiale s'y fait. Comparativement aux zones côtières, le

## Coriolis, résurgence et El Niño

Comment une résurgence peut-elle faire remonter les nutriments? Les résurgences sont des mouvements d'eau qui tirent leurs origines de l'effet Coriolis. Simplement dit, la rotation de la terre sur son axe provoque des courants d'eau. Ces courants sont déviés par les continents, en sens horaire dans l'hémisphère nord, en sens antihoraire dans l'hémisphère sud. La mécanique de l'effet Coriolis va au-delà du propos de ce livret, mais notons qu'il a d'importantes conséquences sur la vie dans la zone du plateau continental et sur les côtes Est des océans. Tandis que le vent pousse l'eau de surface d'Ouest en Est, cette eau est remplacée par des eaux venant du fond. Ce processus donne naissance aux résurgences. À l'occasion, ce processus est inversé dans l'hémisphère Sud, c'est alors ce qu'on appelle le phénomène *El Niño*. Durant une période *El Niño*, l'eau est poussée près de la rive par le vent plutôt que d'en être repoussée. Puisque la pêche se pratique principalement près des côtes, le phénomène *El Niño* est un véritable désastre pour les secteurs côtiers affectés.



Les courants marins: des rivières dans l'océan

On le sait, l'eau des océans est constamment en mouvement. Cependant, il ne s'agit pas du seul mouvement des vagues sur la plage, ni d'un mouvement désorganisé. L'eau des mers suit des courants, parfois globaux (comme le courant circumpolaire antarctique) ou locaux (comme le courant de la Floride). Ces courants se rencontrent à toutes les profondeurs. Les courants de surface touchent environ 10% des eaux et sont principalement générés par le vent; ils suivent donc les courants de vent. Le vent, pour sa part, est généré par les écarts de températures des masses d'air entourant la surface

terrestre. Ces vents entraînent avec eux les eaux de surface. À cela s'ajoute le mouvement Coriolis – provoqué par la rotation de la terre sur son axe – qui crée des mouvements circulaires appelés gyres. Les gyres tournent en sens horaire dans l'hémisphère nord et dans le sens anti-horaire dans l'hémisphère sud. Nous connaissons six gyres principales : nord-atlantique, nord-pacifique, sud-atlantique, sud-pacifique, indien et antarctique circumpolaire. Des courants de profondeur existent aussi. Ceux-ci sont générés par les différences de température des eaux. Ces mouvements sont

responsables de la plus grande part des mouvements verticaux des eaux et des grands déplacements affectant l'océan entier. À l'origine de cette circulation, on trouve les écarts de température des eaux équatoriales chaudes et des eaux polaires froides. L'eau des pôles est plus froide, plus dense et moins salée. Cette eau s'enfoncera donc vers le plancher océanique pour rejoindre l'équateur. Dans ce déplacement, l'eau s'échauffe, perd de la densité et remonte la colonne d'eau vers la surface. Une fois à la surface, elle reprend le chemin du pôle, se refroidit, se densifie et reprend le cycle.

## L'incorrigible vagabond des mers -- le plancton

Le mot "plancton" vient d'un verbe grec signifiant "errer". Ces organismes errants vivent en pleine eau (ils sont donc dits "pélagiques", car il ne vivent pas au fond). Ils sont charriés par le mouvement de l'eau plutôt que par leurs propres forces. D'ailleurs, certaines espèces sont de mauvais nageurs et la majorité ne peuvent pas nager activement même contre un très faible courant.

On distingue deux groupes de plancton: le "phytoplancton" (ou plancton végétal) et le zooplancton (plancton animal). Vraisemblablement, vous n'avez jamais vu de plancton "de visu", mais si vous avez déjà plongé ou nagé durant la nuit, vous avez peut-être pu observer de petits scintillements, des lumières ou même de la bio-luminescence de source planctonique. Cette lumière est émise lorsque le plancton est dérangé.

La plupart des organismes planctoniques sont très petits, voire microscopiques. Il y a néanmoins des exceptions. Bien que la plupart des gens pense que le plus grand organisme marin soit la baleine bleue, c'est à un organisme planctonique que revient le titre: le siphonophore. Un siphonophore est formé d'une colonie de petits et très délicats organismes semblables à des méduses. On a mesuré une colonie siphonophore de 30 mètres (100 pieds) de long. Un autre exemple de plancton de grande taille est celui des mannes dont les tentacules peuvent s'étendre jusqu'à 15 mètres (50 pieds) en longueur.

Le plancton constitue le groupe d'organismes vivants le plus important du monde océanique. Méduses, petites crevettes, crabes (et semblables), petits vers, plantes microscopiques et herbes flottantes font partie de ce groupe. Certaines espèces ne quitteront jamais le stade planctonique de développement alors que d'autres seront planctons dans leur période larvaire et organismes de grande taille à maturité. Le homard, les crabes et certaines espèces de poissons sont autant d'exemples d'espèces qui passent par un stade planctonique dans leurs premières étapes de développement vers la maturité. À bien y penser, le plancton pourrait très bien être la forme de vie la plus importante sur la planète. Le phytoplancton se trouve à la base de la chaîne alimentaire, car il transforme l'eau et le gaz carbonique en matière organique donc en nourriture. En plus d'être une source alimentaire, le phytoplancton produit aussi une bonne part de l'oxygène de notre planète. Sans le

plancton, il y aurait peu de formes de vie en mer. Des nuages de phytoplancton peuvent parfois être visibles du haut des airs tant le plancton y est abondant. Une éclosion soudaine - ou efflorescence - de certains types de plancton peut aller jusqu'à colorer l'eau. Une telle éclosion d'un plancton rouge provoque ce qu'on appelle une "marée rouge".

Ces marées rouges surviennent en période de fort ensoleillement et en présence de certains nutriments tels phosphore ou nitrate en importante concentration (souvent relié à un ruissellement). Les marées rouges sont principalement constituées de dinoflagelles (algues unicellulaires). Ces dinoflagelles produisent une neurotoxine qui peut être préjudiciable à d'autres organismes du même secteur. Une marée rouge réduira presque à néant la visibilité sous-marine et pourrait causer d'autres formes de perturbation.





Zones côtières



Résurgences

grand large semble être un désert au plan biologique, sauf dans les secteurs où on observe des vents hydrothermiques. Ainsi, les eaux tropicales sont pauvres en nutriments et plancton, ce qui explique leur grande limpidité.

L'océan fait plus que garder la vie, il est aussi le gardien de nombreux minéraux. L'eau de mer est source de bore, brome, calcium, magnésium, potassium, sodium, sulfure et uranium. Les sédiments du plateau continental et de son talus renferment du sable, du gravier, du phosphore, de la chaux et de la silice, mais aussi des métaux lourds tels magnétite, rutite, caséite,

chromate, monazite et or. Les boues du plateau continental et de son talus sont gorgées de cuivre, de plomb, d'argent, de zinc, de pétrole et de gaz de même que de soufre.

Même les grandes profondeurs présentent un riche potentiel de matières premières. Divers procédés chimiques créent des nodules de manganèse sur le plancher océanique. Ces nodules sont également riches en cuivre, cobalt et nickel. D'importantes difficultés techniques et légales devront être résolues avant que ne puissent être exploitées ces ressources à leur plein potentiel.

## LA ZONE CÔTIÈRE

On définit la *zone côtière* comme l'interface entre terre et mer. Elle se trouve autour des continents et des îles; sur les terres, elle s'étend jusqu'à la limite des plus hautes marées et, en mer, elle inclut le plateau continental. Ce qui influence le plus la zone côtière est le bassin versant des fleuves et rivières qui alimentent le secteur et se ramifie sur des centaines voire de milliers de kilomètres dans les terres. Zone côtière et bassin versant sont intimement liés, inter-dépendants et englobent de nombreux écosystèmes et font l'objet de multiples débats législatifs. Tout cela explique pourquoi la gestion de la zone côtière est complexe et difficile. Quoi qu'il en soit, l'idée d'intégrer la gestion de tous les éléments de la zone côtière est en voie d'en surmonter la complexité. Un bel exemple d'intégration se trouve en Asie. Là, on a créé l'organisme PEMSEA (*Partnership in Environmental Management for Seas of East Asia Project*). C'est un effort de coopération qui supporte les orientations des 11 gouvernements participant de l'Asie du Sud-Est afin de prévenir et gérer la pollution marine tant au plan national que régional. On y pense à longs termes. Par ce programme, on soutient toutes les parties qui sont liées aux débris marins qu'ils soient d'origine terrestre ou marine. PEMSEA met en place de nombreuses approches de gestion et va même jusqu'à intégrer ces programmes en Chine et aux Philippines. Le succès de PEMSEA et de l'accueil de ses programmes montrent bien qu'il est profitable d'intégrer la gestion de la zone côtière et des ressources marines. La prochaine phase de PEMSEA sera de s'étendre à toute l'Asie.

L'interface mer/terre est un immense territoire. Non seulement est-il des plus beaux et des plus appréciés, mais aussi est-il des plus complexes. Par les nombreux facteurs qui y inter-agissent et la composent, par ses caractéristiques mêmes qui la rendent si importante, la zone côtière a désormais droit à une attention nouvelle partout dans le monde.

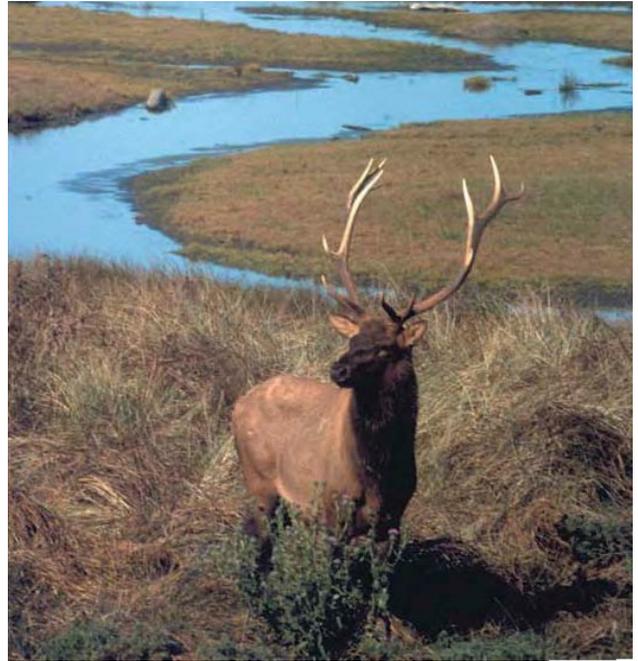


La zone côtière est importante pour l'humanité, car c'est une des plus productives en plus d'être le berceau de nombreuses espèces de plantes, algues et animaux, lesquelles entrent dans l'alimentation humaine. De plus, c'est là que la pêche et autres industries alimentaires puisent leurs bénéfices. Pour les résidents des côtes, la zone côtière offre, en plus, un tampon amortisseur aux tempêtes et autres fléaux qui pourraient autrement affecter leur bien-être ou leurs moyens de subsistance. À tout cela, il faut encore ajouter que la zone côtière est un gigantesque terrain de jeu où l'action se passe sur, sous ou au bord de l'eau.

Outre ses beautés et richesses, la zone côtière fait face à de constantes menaces d'origines humaines ou naturelles. Du côté des menaces naturelles, mentionnons l'attaque constante du vent, des vagues et des tempêtes se succédant indéfiniment. Ces phénomènes redessinent incessamment la zone côtière. C'est cependant l'activité humaine qui exige qu'on mette en place des plans d'aménagement. La beauté naturelle du lieu est le premier élément qui attire l'humain. Au États-Unis, par exemple, la zone côtière ne compte que pour 10% du territoire, mais héberge néanmoins plus de 50% de la population. Les infrastructures nécessaires à une telle population exercent une pression immense sur les milieux naturels. Le sacrifice de tels environnements au profit de l'urbanité est le premier problème. C'est un défi immense à l'aménagement, d'autant que les populations croissent encore. De plus, l'humain ne se

contente pas d'habiter les lieux, mais il modifie aussi les abords, construisant des édifices, des routes, des jetées, des murets, des aines.

Il devient essentiel de faire un plan d'aménagement dès lors que les processus naturels viennent en compétition avec les besoins de l'humain. Même si la population a crû, même si le désir de s'installer près des côtes a augmenté, la ressource reste la même. La pression a donc augmenté. Ainsi, même la réglementation gouvernementale devient un défi. Souvent, les juridictions se croisent, se superposent ou se contredisent. De plus, la zone côtière peut être affectée par des phénomènes très loin géographiquement d'elle, par des décisions prises aux sources du bassin versant, loin dans les terres. C'est un mélange difficile à gérer que de mettre ensemble les intérêts de la nature, des promoteurs immobiliers, des résidents, des pêcheurs et des affaires. La collaboration de toutes les parties restera la seule voie d'un aménagement durable de la zone côtière. C'est, en fin de compte, une interface vitale entre terre et mer.



### **Milieux humides côtiers**

À cause de leur importance en tant que milieu de vie et source alimentaire, certains milieux humides tels les mangroves, les marais salés et les estuaires sont d'une importance capitale dans la chaîne alimentaire. De fait, ce sont les deux tiers de la pêche qui dépendent directement de la fertilité de ces régions parce que c'est là que naissent et croissent les alevins.

Les forêts de mangrove sont les premières bordures des milieux tropicaux et subtropicaux. Dans les régions tempérées, les marais joueront ce rôle. Tant les mangroves que les marais demandent des conditions sans vagues – souvent dits « milieux à faible énergie ». Ces conditions se trouvent derrière des plages, au fond d'un lagon ou au-delà du brassage des marées.

La productivité des mangroves et marais dépend de l'activité des champignons et bactéries qui décomposent la matière végétale. Cette matière en décomposition - détritiques – constituera la base de la chaîne alimentaire. L'enchevêtrement complexe des racines d'une

mangrove fournira l'habitat idéal à de nombreux invertébrés tels les moules, les éponges, les tuniciers, les hydroïdes, les huîtres et de nombreux alevins.

Les milieux humides sont très productifs, jusqu'à produire 3,6 tonnes / 4 tonnes impériales de matière organique par hectare / acre annuellement. Un champ de blé, pour sa part, n'en produira que 0,36 / 0,40. L'océan, lui, ne produira que la moitié, soit environ 0,18 / 0,2.

Une fonction vitale des milieux humides est celle de la filtration des matières. Par la décomposition microbienne, les milieux humides extraient un nombre considérable de polluants des eaux. Ils filtrent aussi une grande quantité de nutriments qui pourraient autrement nuire à l'environnement marin.

Comme les milieux humides, les estuaires sont riches en nutriments. Un estuaire est un bassin d'eau où arrivent les eaux douces du continent qui se mélangent aux eaux salées de l'océan.



Les nutriments passant par un estuaire soutiennent une vaste population de phytoplancton qui, conséquemment, alimente une grande variété d'organismes, comme poissons et mollusques. Au final, ce sont 50% des espèces commerciales de poissons qui passent une partie ou toute leur vie dans un estuaire. Ceci en fait un des milieux les plus productifs de la planète.

Plusieurs espèces commercialisées comme les huîtres, les palourdes et les pétoncles naissent, croissent et meurent dans des estuaires. Les estuaires sont aussi des haltes alimentaires obligées sur la route migratoire des saumons, des perches et de certaines anguilles. Certaines espèces de poissons pondent dans les estuaires, d'autres s'en servent comme milieux de croissance post-natale. La morue, le hareng et la sole pondent en plein océan, mais leurs alevins se réfugient dans les estuaires le temps qui convient pour que leur taille soit suffisante à la survie en pleine mer.



### **Milieux humides en eau douce**

Les milieux humides d'eau douce ressemblent aux lacs et rivières, à la différence que les milieux humides se trouvent au niveau du sol ou plus élevés. Ils sont colonisés par des plantes qui affectionnent l'eau. Les milieux humides dominés par les herbes sont nommés marais, ceux dominés par les arbres sont appelés marécages.

Les milieux dominés par la tourbe (décomposée ou partiellement décomposée) sont des tourbières. Des milieux où l'eau circule et sont principalement peuplés de carex sont des marais.

Les milieux dominés par les mousses et dépendent des pluies pour s'approvisionner en eau et en nutriments sont des tourbières. Les tourbières se caractérisent par une très faible circulation d'eau, une accumulation de mousse et une faible productivité.

À l'opposé, les marais ne fonctionnent pas du tout comme les tourbières. Plutôt que d'enfermer les nutriments, les marais les pomperont et transformeront les boues en matière organique directement utilisable.

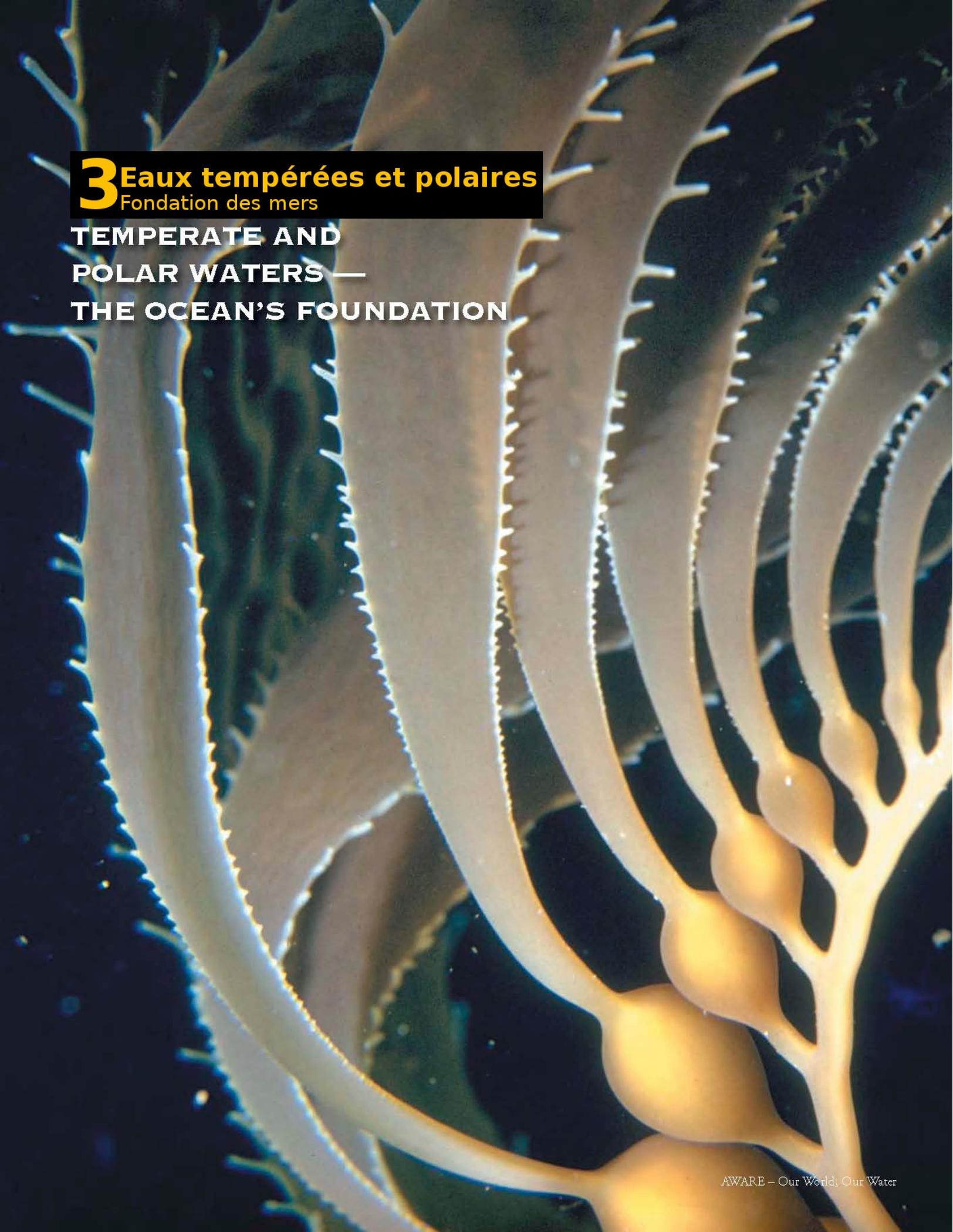


## Questionnaire

1. Il y a cinq océans géographiquement distincts.  
Vrai ou faux?
2. La surface du globe est couverte à \_\_\_\_\_ d'eau, alors que les terres offrent \_\_\_\_\_ de l'espace de vie.  
a) 50% , 1%  
b) 70%, 1%  
c) 85%, 50%  
d) 98%, 50%
3. La température moyenne des eaux océaniques profondes est de 3,5°C / 37°F. Vrai ou faux?
4. Lacs et étangs sont des écosystèmes \_\_\_\_\_ tandis que les ruisseaux et rivières sont appelés écosystèmes \_\_\_\_\_.  
a) photiques / aphotiques  
b) lenticques / lotiques  
c) aquatiques / marins
5. La partie des eaux océaniques qui se trouvent à des profondeurs que ne peut atteindre la lumière est appelée :  
a) zone photique  
b) plateau continental  
c) zone aphotique  
d) abysses
6. L'eau de mer comporte environ 10% de sel. Vrai ou faux?
7. Le micro-organisme produisant la photosynthèse et constituant la base de toute la chaîne alimentaire océanique est appelé :  
a) phytoplancton  
b) zooplancton  
c) faune  
d) flore
8. Comparativement aux eaux peu profondes des zones côtières, les profondeurs océaniques sont un désert biologique. Vrai ou faux?
9. Les milieux humides côtiers et les estuaires sont de prime importance parce que ...(choisir toutes les réponses convenant)  
a) ils fournissent des nutriments à une grande quantité de phytoplancton  
b) ils abritent plus de 50% des poissons commercialisés à un moment ou l'autre de leur croissance  
c) plusieurs espèces commercialisées comme les huîtres, les palourdes, les pétoncles y passent toute leur vie.

*Avez-vous répondu ....*

*1. Faux; 2. b; 3. Vrai; 4.b; 5.c; 6. Faux – c'est 3,5% de sel; 7.a; 8. Vrai; 9.a, b, c ?*



**3** Eaux tempérées et polaires  
Fondation des mers

TEMPERATE AND  
POLAR WATERS —  
THE OCEAN'S FOUNDATION

## Chapitre troisième

### Eaux polaires et tempérées

Productivité océanique

La vie entre les marées

Les forêts de laminaires

Les régions polaires

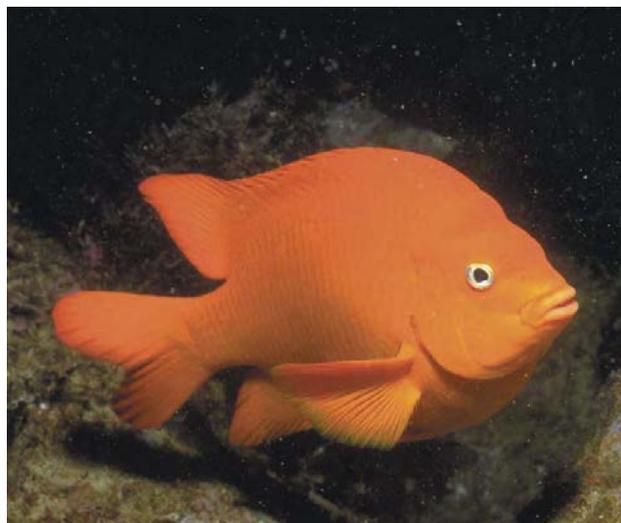
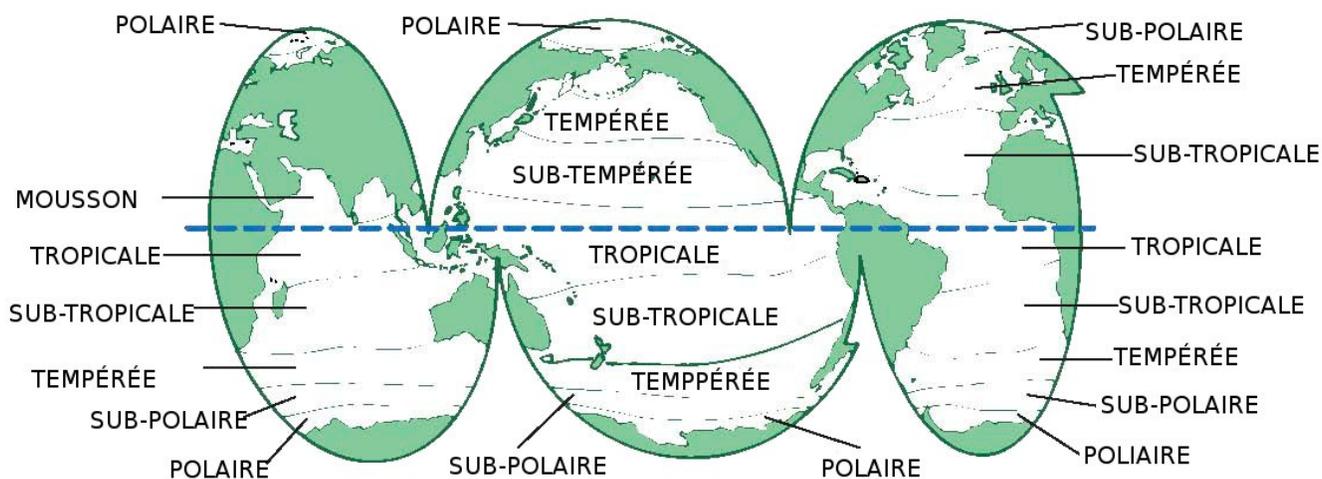
---

#### Contenu essentiel

Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :

1. Qu'est-ce que la *productivité primaire* et quelle est la principale source de productivité océanique?
2. Pourquoi les eaux tempérées atteignent-elles leurs sommets de productivité au printemps et en automne?
3. Quel est le plus grand danger qui menace les organismes des zones intertidales?
4. Qu'est-ce que la *zonalité* des espèces intertidales?
5. Quels sont les trois facteurs déterminant la zonalité intertidale en milieu rocheux?
6. Pourquoi les forêts de laminaires sont-elles si importantes?
7. Qu'est-ce qu'une *espèce-clef*?
8. Pourquoi la productivité de l'océan Antarctique est-elle si grande?
9. Pourquoi l'océan Arctique supporte-t-il des espèces plus grandes que ne le fait l'océan Antarctique?

Zones climatiques maritimes du monde



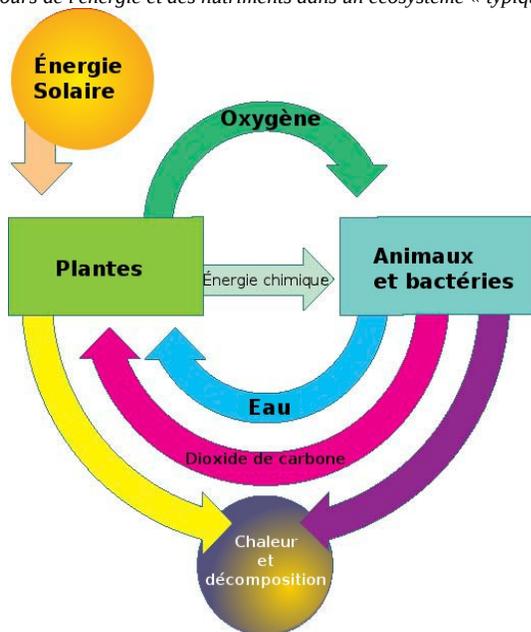
Les zones tempérées sont situées entre les parallèles 23,5 et 66,5. Ceci dit, rappelons que les océans n'ont pas de frontière et que les eaux sont en constant mouvement. Mieux vaut alors définir les zones *polaire* et *tempérée* en fonction de la température de leurs eaux.

Les eaux polaires sont rarement plus chaudes que 10°C / 50°F et peuvent être aussi froides que -2°C / 28°F. Pour leur part, les eaux tempérées sont à environ 10°C / 50°F en surface. Cette zone est particulièrement importante parce qu'elle constitue la base de toutes la chaîne alimentaire.

## PRODUCTIVITÉ OCÉANIQUE

La *productivité primaire* est la conversion de l'énergie solaire en énergie chimique, ou – simplement – la production végétale. Ce procédé est appelé *photosynthèse*. Pratiquement toutes les chaînes alimentaires majeures sont basées sur ce type de productivité primaire. La principale source de productivité des océans est le *phytoplancton*. Sur la terre ferme, la productivité varie grandement. En mer, elle est beaucoup plus stable et constante.

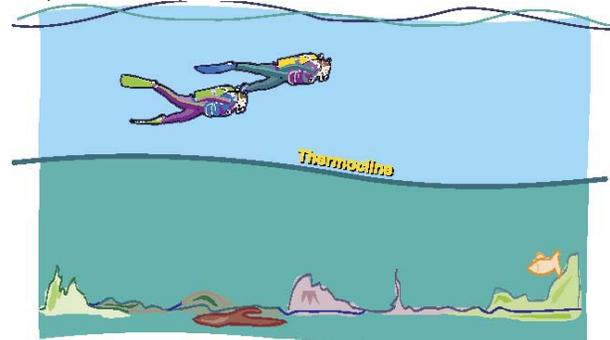
*Parcours de l'énergie et des nutriments dans un écosystème « typique »*



### Les mers tempérées

Dans les eaux des mers tempérées, la quantité de lumière solaire qui entre varie au gré des saisons. Ceci entraîne une variation de la *zone photique*. Comme dans les écosystèmes d'eau douce, la température aussi varie et altère la structure de l'eau et sa stratification. Durant l'été, il y a plus de soleil et la chaleur des couches supérieures augmente. Cette eau plus chaude et moins dense couvre la masse d'eau plus froide et plus dense des profondeurs. L'écart de densité entre l'eau chaude et l'eau froide amène la stratification thermique, ce que

*Stratification thermique de l'eau*



les plongeurs ressentent et nomment *thermocline*.

Cette stratification crée une barrière entre les couches et empêche le mélange. Elle empêche aussi les nutriments de remonter à la surface et permettre la production primaire. La couche chaude, près de la surface, perd en productivité. Lorsqu'arrive l'automne, avec ses jours plus courts et sa chaleur moindre, la stratification se dissout progressivement. La couche superficielle perd de la chaleur, gagne en densité et la différence entre les couches est moindre. Le mélange est de nouveau possible. Le vent qui se fait plus fort à l'automne contribue lui aussi au brassage. En hiver, avec les tempêtes, l'eau uniformément froide se fait mélanger encore plus profondément. Au retour du printemps, avec l'allongement des jours et l'augmentation de la chaleur, la colonne d'eau sera de nouveau stratifiée en couches superficielle chaude en surface et froide en profondeur.

Dans les mers tempérées, la productivité varie au gré des saisons. En général, le maximum de productivité surviendra au printemps (efflorescence de plancton) et à moindre échelle à l'automne. Les creux de productivité sont en été et en hiver. Le creux estival s'explique par la stratification, le creux hivernal par le raccourcissement des jours. Ainsi les mers sont plus productives en hautes latitudes, près des pôles.



### **Productivité des eaux côtières**

La productivité des eaux côtières ne s'explique pas aussi facilement. Plusieurs facteurs locaux entrent en jeu. Elle est influencée par la résurgence (ou non) de nutriments venant du fond et par l'apport de nutriments des rivières, des baies et fleuves s'y jetant. De plus, les eaux couvrant le plateau continental (la zone néritique) se trouvant dans la zone photique permettra la photosynthèse. En outre, les eaux peu profondes ne connaissant pas de grandes variations de température ne verront pas non

plus les nutriments emprisonnés par une stratification.

Tout cela entraîne une productivité stable, voire même haute, même durant l'été. Elle est même supérieure à la productivité de l'océan. Les plantes benthiques, les écosystèmes près des côtes comme les champs d'herbe, les marais salés ou les mangroves stimulent encore plus la production primaire près de la rive.

## LA VIE ENTRE LES MARÉES

Toutes les régions côtières ont une zone intertidale. Son expansion dépend de la hauteur des marées. La zone des marées (tidale) est un des environnements les plus difficiles de la planète puisque les organismes s'y accrochant doivent être aptes à survivre aussi bien dans l'eau qu'au sec et à subir ces changements deux fois par jour. En région tempérée, plusieurs régions côtières connaissent de fortes marées (jusqu'à 12 mètres / 40 pieds dans la baie de Fundy au Canada). La zone intet-tidale en est d'autant plus grande et la survie difficile.



Les plantes et animaux de la zone intertidale doivent compter sur de nombreuses adaptations pour survivre. Parmi celles-ci, notons la capacité à s'arrimer fermement au substrat rocheux (comme les patelles le font); l'aptitude à fermer de façon vraiment étanche sa coquille (comme l'escargot); l'agilité de se réfugier dans les bassins d'eau (comme l'écrevisse) ou à s'enliser pour s'abriter du vent et de la chaleur. Au retour de la marée, ces organismes doivent encore survivre aux vagues et au milieu aquatique. Pour survivre, les algues marines comptent sur de solides structures appelées *grappins* pour s'attacher aux rochers. Certains organismes comptent sur des organes spécialisés, comme les moules et son byssus. Les huîtres et les balanes génèrent leur propre adhésif pour s'attacher à une roche.

Les habitants de la zone intertidale doivent aussi se prémunir contre les prédateurs,

ceux de haute marée, ceux de basse marée. À marée basse, la zone intertidale devient un terrain de chasse prisé par les oiseaux et les mammifères.



### Comment les marées sont-elles générées

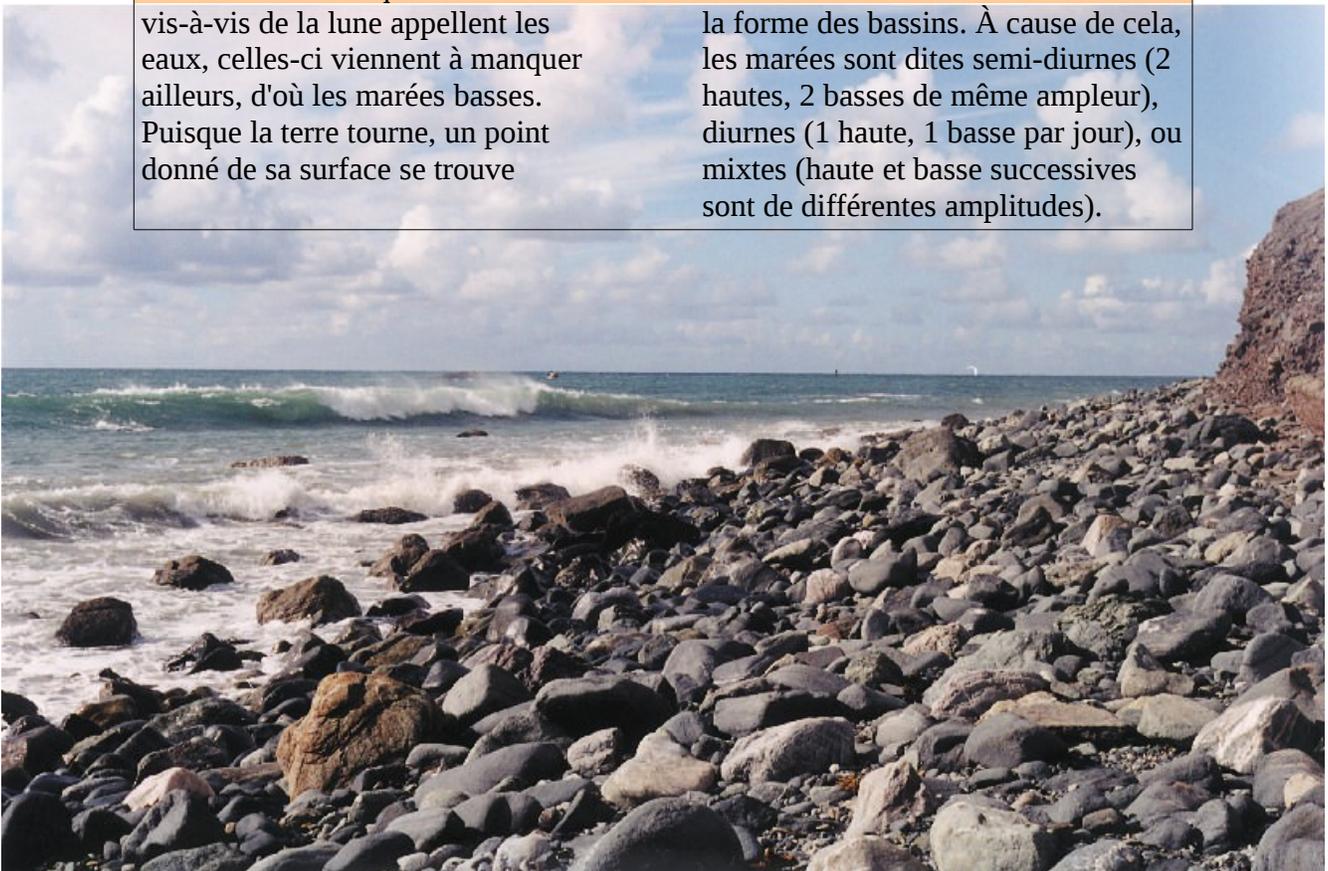
Les organismes de la zone intertidale sont adaptés à de grandes variations, mais d'où viennent ces variations?

Les *marées* sont des mouvements périodiques brefs du niveau de la surface des mers. Ces mouvements sont dus aux forces gravitationnelles combinées du soleil et de la lune, de même qu'à la rotation de la terre sur son axe. Puisque la lune est plus près de la terre que le soleil, sa force d'attraction est prépondérante. C'est elle qui régule le cycle quotidien. La lune attire les eaux vers elle, créant un « renflement » du côté de la lune. De l'autre côté, un autre renflement est créé, celui-ci par manque de gravité. À l'équerre de ces deux renflements se trouvent les étals de marée basse. Puisque les renflements vis-à-vis de la lune appellent les eaux, celles-ci viennent à manquer ailleurs, d'où les marées basses. Puisque la terre tourne, un point donné de sa surface se trouve

alternativement en situation de « renflement » et de « manque ». Pour un observateur, l'eau monte lorsque son point d'observation se trouve dans le « renflement » et l'eau descend lorsqu'il est dans la zone de « manque » (dépression).

Le soleil a aussi son rôle à jouer sur la hauteur des marées. Lorsque soleil, lune et terre sont en ligne, les forces gravitationnelles s'additionnent et attirent une plus grande masse d'eau. C'est le cas des marées printanières. Au contraire, lorsque la lune et le soleil sont à l'équerre, les marées sont plus faibles.

Pour tout dire, il faut aussi ajouter les influences des masses terrestres et de la forme des bassins. À cause de cela, les marées sont dites semi-diurnes (2 hautes, 2 basses de même ampleur), diurnes (1 haute, 1 basse par jour), ou mixtes (haute et basse successives sont de différentes amplitudes).

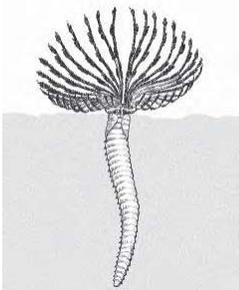


Dans la zone intertidale, les conditions varient d'un milieu sec (là où ne vont que les éclaboussures des vagues) à un milieu aquatique (au point de la plus basse marée). La plupart des organismes y vivant se sont spécialisés dans la survie d'une partie de cette zone. C'est ce qu'on appelle la *zonalité*. Les algues montrent clairement les différentes parties de la zonalité. Les lichens (une combinaison de champignon et de bactéries) jaunes, blancs ou gris vivent dans la zone aspergée de vagues. Les algues vertes sont communes dans la partie de haute marée alors que les algues brunes (comme *ubiquitous Fucus sp.*) se tiennent plus près des eaux. Les algues rouges se retrouvent plus bas que les brunes. Finalement, les longs laminaires restent dans la partie immergée (sub-tidale).

### La vie juste en-dessous

Bien que plusieurs n'y voient que des roches et de la boue, la zone intertidale peut être un lieu riche et prolifique. Le mouvement restreint des vagues sur une rive boueuse permet à un riche substrat organique de s'accumuler. Celui-ci supportera un luxuriant jardin de plantes marines. Ces plantes peuvent être des algues ou des herbes. Contrairement aux algues, les herbes fleurissent (elles sont *angiospermes*) comme leurs ancêtres terrestres. Une des herbes prolifiques et importantes des zones tempérées est la zostère, qui abrite et nourrit les animaux qui broutent. Ces plantes à croissance rapide constitue la base d'une riche et productive chaîne alimentaire.

La faune des berges meubles se divise en deux groupes : l'*épifaune* (qui ne reste pas là) et l'*infaune* (qui passe sa vie entière dans les sédiments). Dans l'*épifaune*, on compte les animaux opportunistes comme les oiseaux ou les vidangeurs comme les crabes. Plusieurs espèces animales utilisent cette zone pour la croissance



de leurs petits, d'où son appellation de *pépinière*. Nombreux poissons trouvent dans la zone intertidale un lieu sécuritaire pour passer leurs premières années de vie. La boue est certes très riche en nutriments, mais ses particules fines et tassées laissent peu de place à l'oxygène. Les



animaux y vivant ont développé diverses stratégies pour s'alimenter en ce gaz précieux. Par exemple, des animaux fouisseurs comme la palourde disposent d'un genre de tuba pour aspirer l'air au-dessus de la boue. D'autres créent des canaux pour que l'eau riche en oxygène entre dans leur cachette.

Lorsqu'on vit enfoui dans la boue, il faut à la fois savoir construire son logis et développer les stratégies nécessaires à l'alimentation. Certains de ceux-ci extraient leur nourriture à l'aide d'un tentacule extensible, d'autres labourent la boue comme s'ils étaient des vers. Certains habitants de la zone intertidale sont si petits qu'ils se mêlent aux particules de boue, utilisant même la fine couche se formant autour de celles-ci pour s'abriter. Ces petits organismes (souvent microscopiques) mangent, généralement, des détritits ou des bactéries.

Les plages de sable déplacent souvent leurs zones d'énergie, ce qui pose problème à leurs locataires. D'ailleurs, les herbes marines n'arrivent pas à s'installer, car le substrat est trop instable pour s'y arrimer. Les petits organismes, eux, arrivent à se glisser entre les grains de sable. De plus grands



organismes fouisseurs ou filtreurs – palourdes, crabes ou vers – arrivent aussi à prospérer dans les côtes sablonneuses.

### La partie rocheuse de la zone intertidale

L'étendue des berges rocheuses et leur grande accessibilité a permis de faire de nombreuses recherches et d'approfondir notre connaissance de ces zones intertidales grâce à des expériences à court et long termes. Cela en fait l'écosystème marin le mieux connu.

La caractéristique la plus remarquable des berges rocheuses est le regroupement, selon certains schémas bien marqués, des organismes y vivant. Cette zonalité est typique des zones intertidales, mais leurs spécificités dépendent de leur localisation et de leur exposition aux vagues. Bien sûr, la zonalité est plus facilement repérable chez les espèces sessiles (accrochées, comme les algues, balanes, moules) que chez les organismes mobiles.

Dans la partie arrosée par les embruns, on trouvera davantage les lichens encroûtants noirs, les grandes algues bleu-verts et quelques insectes primitifs. C'est la zone supralittorale. Un peu plus bas, on peut trouver une forte densité de bigorneaux, jusqu'à dix mille par mètre carré / 8361 individus par verge carrée. Encore un peu plus bas s'attachent les balanes, jusqu'à milliers par mètre carré / par verge carrée. Viennent ensuite, un peu plus bas, les colonies de moules. Toutes ces espèces compétitionnent pour l'espace. La densité entraîne la compétition, mais offre aussi des avantages. La forte proximité de ces organismes fait en sorte que l'eau soit emprisonnée dans le secteur et pallie ainsi aux sécheresses des marées basses. La surpopulation facilite aussi la reproduction, un partenaire se trouvant toujours près.

On remarque que ce n'est pas seulement la variation des marées qui favorise la zonalité, plusieurs autres éléments l'influencent. La hauteur d'un organisme par rapport à l'eau est tributaire de la capacité de cette organisme à vivre longtemps exposé à l'air, aux changements



de température et aux fluctuations de la salinité. L'accès aux aliments peut aussi faire en sorte qu'un organisme se trouvera plus haut ou plus bas, de même que la présence des consommateurs de cet organisme. La limite basse d'une espèce est généralement plus influencée par des

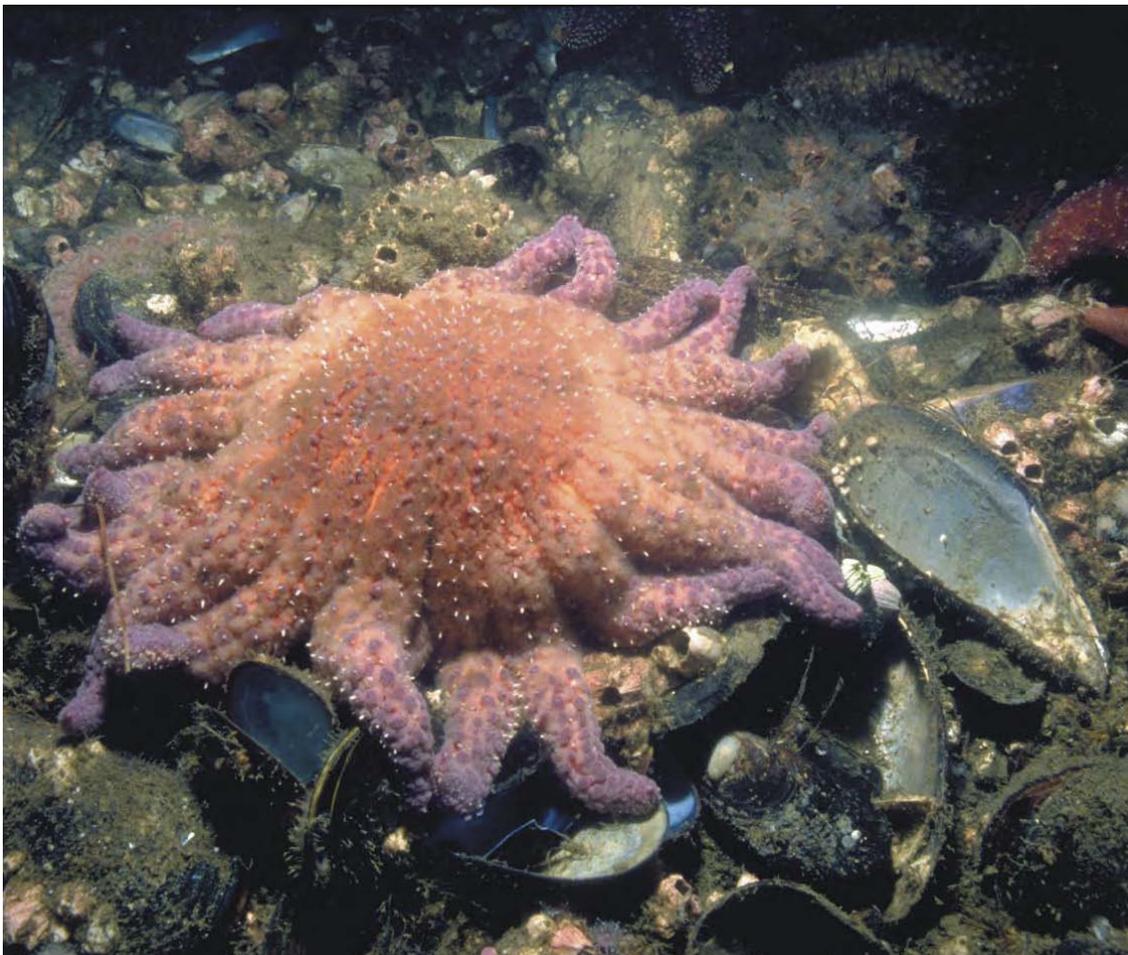
facteurs biologiques. Les producteurs primaires de la zone intertidale sont aussi présents en zone benthique. Ce sont des algues, du phytoplancton. Il faut être fait solide pour survivre en ce milieu! En plus des vagues et de l'air, il y a les glaces et l'abrasion qu'elles exercent.

Tout cela limite la production d'algues dans les zones intertidales polaires. Les algues benthiques, pour leur part atteignent leur plein potentiel dans les climats tempérés.

Devant compétitionner à la fois pour la lumière et pour l'espace les facteurs biologiques et physiques interviennent dans la zonalité des algues benthiques. La limite supérieure est imposée par la capacité de ces algues à tolérer des périodes sèches (à l'air), mais aussi au

pâturage. L'humain peut aussi faire partie de l'équation. Par exemple, les mollusques mangeant les herbes sont disparus après l'échouage de la *Torry Canyon*. Ceci fit en sorte que les algues roses gagnèrent, beaucoup de terrain. Quand les mollusques sont revenus, la zonalité a repris ses proportions d'avant le naufrage.

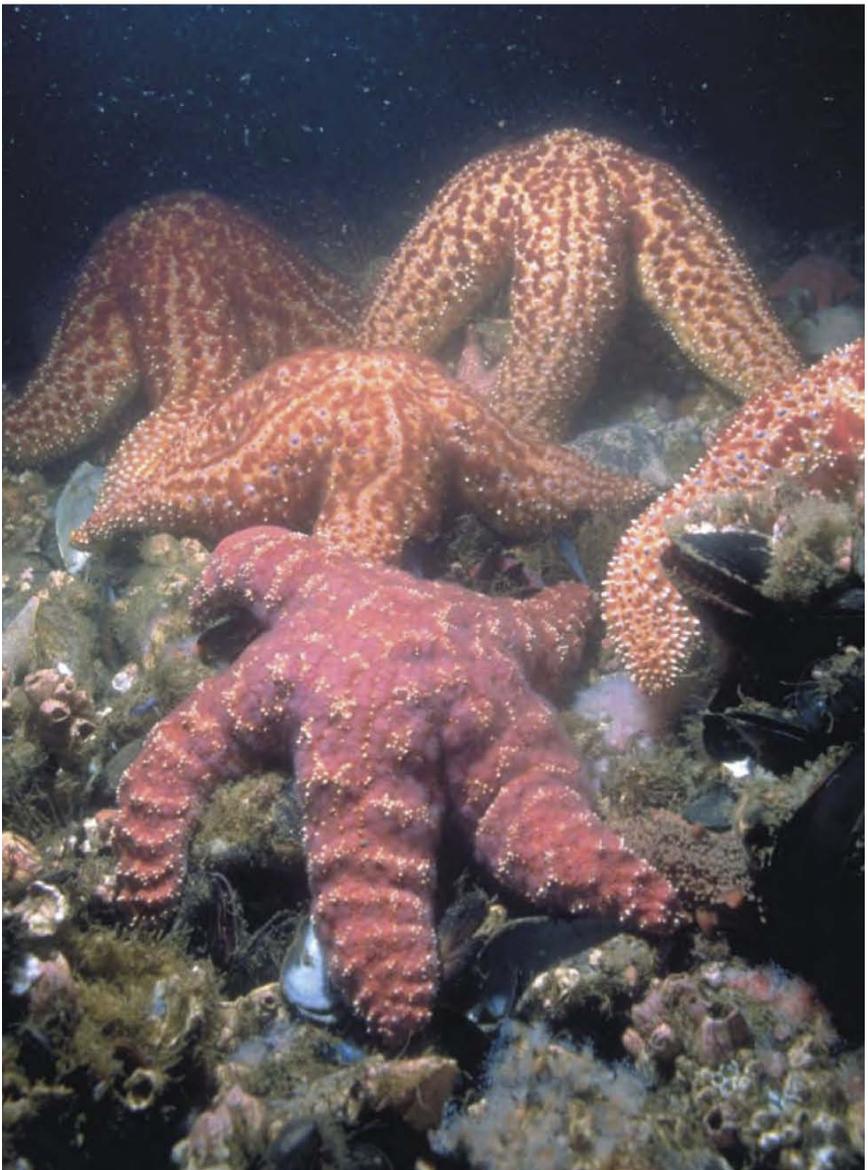
La zone intertidale rend complexes les relations de prédation. Les patelles, les chitons et les oursins de mer mangent des plantes arrimées au substrat. Moules, balanes, palourdes, ascidies, éponges et vers tubicoles filtrent l'eau et dépendent du plancton pour s'alimenter. Les carnivores comme les étoiles de mer mangent les patelles, buccins, balanes, moules et huîtres. Les mollusques comme les



buccins, lunaties ou limnées mangent à leur tour une variété de proies comme des palourdes, des moules, des balanes. Les anémones de mer s'en prennent aux crevettes, petits poissons et vers mais aussi aux détritits. Les organismes exposés à l'air doivent aussi compter les oiseaux parmi les menaces importantes. Les oiseaux mangent beaucoup durant les marées basses.



La prédation joue également un rôle de contrôle des populations sur les producteurs primaires et sur les algues benthiques. Des expériences ont démontré qu'une diminution du nombre de balanes ou d'oursins entraîne une hausse de la production primaire et modifie l'équilibre des espèces présentes.



Les espèces animales présentes et le nombre de leurs individus sont aussi influencés par la prédation et la compétition. Les moules, les palourdes et les étoiles carnivores (*Pisaster ochraceus*) dominent les côtes rocheuses de la zone intertidale nord-américaine du Pacifique. Ces étoiles mangent une grande variété de mollusques et de palourdes. Lorsqu'on a expérimentalement retiré *Pisaster*, les mollusques présents sont passés d'une trentaine de variétés à une seule dominante. On voit bien que *Pisaster* opère une sélection, mangeant l'espèce dominante, permettant à d'autres espèces de s'installer. C'est ce qu'on appelle une *espèce-clef*. Sa présence influence le nombre des espèces

présentes et le nombre de leurs individus.

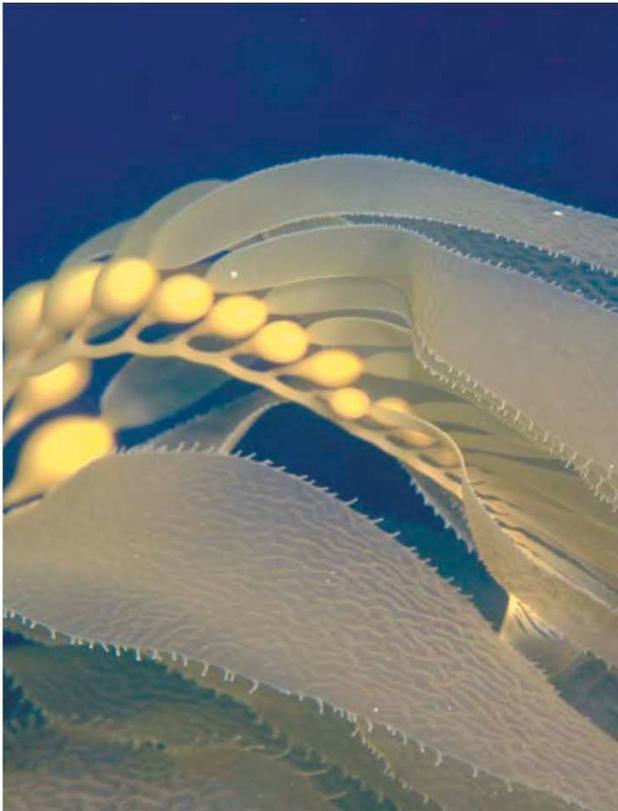
## LES FORÊTS DE LAMINAIRES



Dans les régions froides, les côtes rocheuses de la zone intertidale font place aux laminaires dans la zone sub-tidale. « *Laminaire* » réfère à une gamme d'algues brunes à larges folioles qui croissent lorsque les eaux estivales atteignent une température voisinant les 20°C / 68°F. Il leur faut un ancrage solide, du roc, et forment des colonies différentes selon qu'elles sont exposées à de forts courants ou du ressac important. Elles s'installent là où la profondeur est entre 20 et 40 mètres / 65 – 130 pieds. Les laminaires sont répandues. Dans le Pacifique, on trouve des laminaires au large de l'Amérique (Nord ou Sud), au Japon, au Nord de la Chine, en Corée. Dans l'Atlantique, on trouve de grandes colonies sur la côte Est canadienne, au

Groenland, en Islande et au Nord de l'Europe. Au Sud, les laminaires croissent au-delà des côtes d'Amérique du Sud, des îles Falkland, en Georgie du Sud, aux îles Sandwich comme en Nouvelle-Zélande, en Australie (Sud), en Afrique du Sud.

Puisque les laminaires sont des algues (non des plantes à fleurs comme celles de surface), elles n'ont pas de racine. Elles s'attachent au substrat à l'aide de crampons. On ne parle pas de tronc ni de de feuilles, mais de stipe (tige principale) et de lames. Certaines espèces développent aussi de pneumatocystes, qui sont des poches d'air gardant la plante

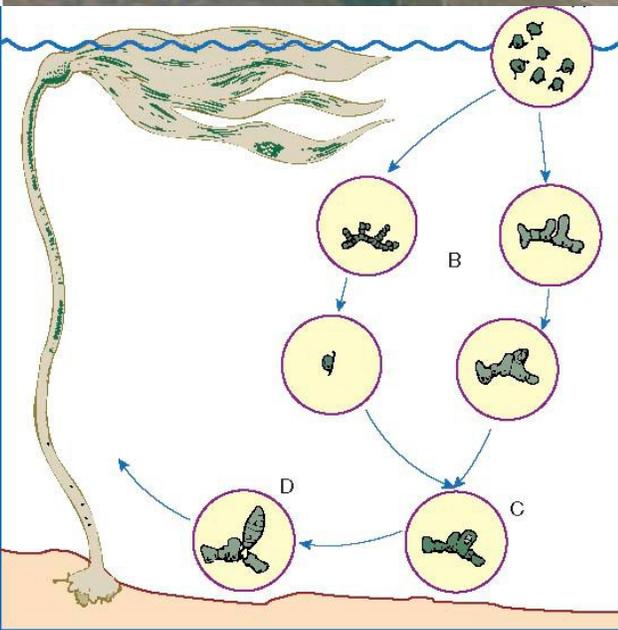


orientée vers la surface. S'élevant ainsi vers la lumière, les algues munies de pneumatocystes peuvent opérer la photosynthèse. Les colonies de laminaires sont très productives car les lames sont larges, produisent donc beaucoup d'énergie par photosynthèse, mais aussi parce qu'elles s'implantent dans des eaux agitées, donc riches en nutriments.

Les laminaires sont les plus grandes algues connues, mais aussi les plantes à la plus rapide croissance de la planète. Plusieurs croissent de 6 à 25 cm / 2,5 à 10 pouces par jour, voire même 50-60 cm / 20-24 pouces par jour.

Le cycle de croissance des laminaires, comme celui d'autres plantes, est assez complexe. Il compte deux phases. Durant la phase asexuée (où il n'y a ni mâle ni femelle), un *sporophyte*. Les sporophytes sont alors nombreux et se dispersent sur une surface nue et croissent jusqu'à devenir adultes.. Ces sporophytes amorceront la reproduction sexuée en produisant des *gamètes* (équivalent à des spermatozoïdes ou des ovules) mâles et femelles. C'est alors que les gamètes se jumellent et forment un œuf fécondé appelé *zygote*. La reproduction sexuée demande beaucoup d'énergie, mais permet aussi – à long terme – la diversification génétique.

Les colonies de laminaires sont très productives, notamment de grandes colonies comme celles de l'Aslaka (et îles Aléoutiennes) où on trouvait la fameuse vache marine boréale (race éteinte) qui s'en nourrissait. Ce gargantuesque animal herbivore était une sirène moderne (famille des dugongs et lamantins) pouvant atteindre huit mètres / 26 pieds de long. La chasse pour sa fourrure a exterminé l'espèce après seulement 27 ans. On l'avait découvert en 1741; en 1748 il n'y en avait plus. Les laminaires alimentent aussi l'humain, à raison de plus de 20 000 tonnes / 22 046 tonnes impériales de laminaires séchées par année en Californie. On l'utilise pour fertiliser, pour son iode, son algin (un populaire épaississant alimentaire – crème fouettée – et industriel – peinture).



Cycle de vie d'une algue géante: A) Spores libérés par la plante adulte  
 B) Spores deviennent gamètes ou oeufs  
 C) Fertilisation externe et arrimage de l'embryon au fond marin  
 D) Croissance de l'embryon jusqu'au stade adulte sporophyte



On parle généralement – et c'est approprié de le faire – de « forêt de laminaires ». En effet, les colonies de laminaires partagent plusieurs caractéristiques communes aux forêts terrestres : un ancrage au sol et une croissance verticale en quête de lumière solaire, la formation d'une canopée par les lames (équivalent des feuilles) empêchant la lumière d'atteindre le fond. Ceci forme un habitat auquel s'adaptent d'autres espèces, comme dans un sous-bois. Au sein même de la forêt prolifèrent une



multitude d'autres espèces (comme en forêt) dont de petites algues, des diatomées, des bryozoaires,



des hydroïdes. Nombre de vers, crustacés et mollusques trouvent sur ces larges lames leur habitat idéal. Limaces et escargots s'accrochent aux larges lames pour manger les laminaires elles-mêmes ou grignoter les champignons qui croissent sur leurs lames. Les laminaires alimentent les herbivores comme les oursins mais hébergent aussi des poissons qui s'en alimentent ou s'y cachent. Même si on trouve parfois des laminaires dans des estomacs de poisson, on croit que ceux-ci ont plutôt avalé accidentellement l'algue en mangeant autre chose s'y trouvant.

La loutre de mer est considérée comme l'*espèce-clef* des forêts de laminaires du Pacifique nord. Comme le fait *Pisaster* dans les parties rocheuses de la zone intertidale, la loutre s'alimente de diverses espèces – crabes, oursins, ormeaux, mollusques, poissons lents, lents, etc. – à raison de



9 kg / 20 livres par jour. Ainsi, jusqu'à 20-30 loutres par kilomètre carré / 52-78 loutres par mi<sup>2</sup> consomment 35 000 kg / 77 000 livres par année dans les Aléoutiennes. En collaboration avec les oursins, les loutres contrôlent ainsi la distribution des laminaires dans le Pacifique nord.

L'oursin, du genre *Strongylocentrotus*, s'alimente directement sur le fond marin. Il mange l'ancrage des longues algues. Celles-ci sont alors emportées par le courant. Les loutres

mangent les oursins et freinent ainsi la dispersion des algues par les oursins.

On a cru un moment que les homards (*Homerus americanus*) jouaient un rôle semblable dans les forêts de laminaires atlantiques. On a finalement compris que ce sont plutôt les variations de l'environnement qui régissent là les fluctuations des populations d'oursins et de laminaires. Même s'il reste des éléments à comprendre, il est clair que les oursins prennent une part active dans la régulation des populations de laminaires.



## LES RÉGIONS POLAIRES

La production primaire des régions polaires est nulle ou massive. C'est en bonne partie à cause de l'absence de stratification thermique et – par conséquent – par manque de remontée des nutriments. De plus, cette productivité est saisonnière, cantonnée dans la période estivale et son ensoleillement continu (24 heures par jour). Durant l'été c'est une explosion de plancton et de nutriments qui anime les eaux. Néanmoins, cette surabondance saisonnière ne peut compenser les mois hivernaux improductifs. La productivité de l'Océan Arctique est limitée par les terres qui coupent la circulation des eaux et les résurgences. Autour de l'Antarctique, les eaux circulent bien et l'eau froide plus dense qui s'enfonce près du continent fait continuellement place à de l'eau plus chaude, ce qui entretient un mouvement de remontée des nutriments. Ce riche mélange est brassé par le courant circumpolaire. Tout cela rend la région polaire du sud beaucoup plus productive que la région équivalente du Nord.



## L'océan des régions septentrionales



L'océan du sud est vraiment intéressant. Bien qu'il constitue près du quart des eaux océaniques, il n'enferme que le dixième de sa chaleur (température moyenne de 2°C / 36°F). Durant l'hiver, ce sont 20 millions de km<sup>2</sup> / 8 millions de milles carrés de l'Océan Antarctique qui soient couverts de glace. Cette couverture modifie les échanges d'humidité entre l'atmosphère et l'océan. La fonte des glaces aura donc un impact direct sur ces échanges et, par conséquent, sur les climats locaux, sur la circulation océanique et atmosphérique.

Il ne fait plus de doute que la hausse de la température atmosphérique moyenne a un effet sur la calotte antarctique. C'est un souci de tous instants. Si la calotte antarctique fond trop, le niveau de tous les océans du globe montera. Au contraire, certains scientifiques pensent que l'augmentation des précipitations en neige pourrait compenser, voire renverser l'effet.

Un souci encore plus grand est celui de l'agrandissement du trou dans la couche d'ozone au-dessus des pôles. L'ozone est un gaz réactif fait d'oxygène. Il forme une couche protectrice tout autour de la terre en bloquant certaines radiations solaires. Les chlorofluoro-carbones qui furent – durant un certain temps –

fort répandus dans le monde des aérosols réagissent avec l'ozone. Depuis, la couche d'ozone s'est amincie (jusqu'à disparaître aux pôles) exposant les organismes vivants à des rayons ultra-violets dangereux. Ces rayons affectent spécialement les plantes, le phytoplancton, les lamineuses qui sont les bases de la chaîne alimentaire.

L'Antarctique est une place unique. Même si c'est le désert le plus aride de la planète (avec 5 cm / 2 pouces de précipitations par an), sa calotte renferme 80% de toute l'eau douce de la planète. Au-delà du plateau continental antarctique, le fond marin plonge à 600 mètres / 2000 pieds de profondeur comparativement à la moyenne de 150 mètres / 500 pieds ailleurs. Cette grande profondeur est le fruit du poids colossal qu'exerce la calotte glaciaire sur le continent, enfonçant

celui-ci dans le manteau. L'eau autour de ce continent est différent d'ailleurs. En profondeur, elle est la plus dense du monde. Ceci facilite sa congélation près du continent. Quand l'eau gèle et

## Changements climatiques et disparition des glaces

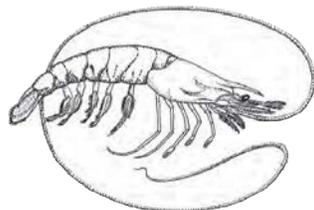
Depuis la révolution industrielle, l'humain n'a cessé de produire plus de dioxyde de carbone. Ce gaz est libéré dans l'atmosphère et agit comme une couverture chauffante. Comme dans une serre, l'énergie solaire peut atteindre la surface terrestre, mais ne peut plus s'échapper dans l'univers comme elle le ferait normalement. Les gaz suivants contribuent à réfléchir l'énergie solaire vers la terre : dioxyde de carbone, chlorofluorocarbonate (CFC), méthane. Cet effet de serre contribue à faire fondre les calottes glaciaires. Si cet effet se continue, ça pourrait augmenter le volume des eaux et hausser le niveau des mers. Les parties terrestres basses, les îles, les côtes en seraient inondées, peut-être disparaîtraient-elles. Si la hausse est trop rapide, peut-être le milieu corallien n'aura pas le temps de s'ajuster. Ça interromprait la circulation de nutriments essentielle à la chaîne alimentaire planétaire.



se cristallise, les sels en sont expurgés et forment une saumure. Ces eaux denses s'enfoncent et se dispersent sur le fond marin. Ils peuvent mettre jusqu'à un million d'années avant de se retrouver dans l'hémisphère nord. Même si elles bougent lentement, les eaux antarctiques de fond ce sont tout de même 20 à 50 millions m<sup>3</sup> / 26 à 65 verges-cubes qui s'enfoncent ainsi chaque seconde.

Ce n'est donc pas surprenant que l'Antarctique soit si froid et détienne le record de froid enregistré sur la planète avec ses -89.2°C / -128.6°F (en 1983). Ce froid intolérable et l'absence de végétation sur le continent oblige donc toutes les espèces animales à s'en remettre à l'océan pour survivre. Seul le manchot empereur (*Aptenodytes forsteri*) peut hiverner en Antarctique.

À l'opposé du continent, l'océan Antarctique regorge de ressources. La clef de cet écosystème est le krill, un crustacé de la taille d'un doigt. Durant l'été, cet herbivore se gave de phytoplancton. Ce sont ensuite toutes les autres espèces qui festoieront à la



Krill (*Euphausia superba*)

providentielle abondance de krill : oiseaux, calmars, poissons, baleines. L'océan Antarctique produit de 500 à 750 millions de tonnes / 551 à 827 tonnes impériales de krill chaque année, principalement dans les résurgences de secteur de la mer de Weddell. Même s'il est considéré comme zooplacton le krill se tient en bancs (comme le poisson) et se déplace surtout à l'horizontal (plutôt qu'à la vertical comme du zooplancton). Une équipe de recherche a pu suivre pendant 14 jours un banc de krill sur une distance aussi grande que 278 km / 172 milles.



On trouve de grandes quantités de ressources minérales et biologiques en Antarctique, mais aucun accord international sur leur utilisation. Les espèces marines – spécialement les baleines – ont longtemps fait l'objet de surexploitation. On y a surtout chassé la baleine noire (*Balaena glacialis*) et le grand cachalot (*Physeter catodon*) ont tout juste subsisté au carnage du XIX<sup>e</sup> siècle, quand on a commencé à produire des substituts. Les bateaux modernes et les harpons à pointe explosive ont ensuite pris à partie les baleines



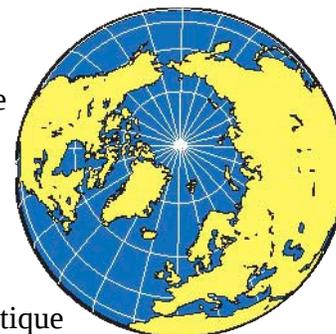
bleues (*Balaenoptera musculus*) et le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*). Dans les années 1930, on tuait jusqu'à 43 000 baleines par saison. Aujourd'hui, leurs populations ne sont encore qu'au sixième, voire au dixième (selon les espèces) de ce qu'elles étaient avant la chasse. En chiffre, le quart de million de baleines bleues est passé à 500 individus aujourd'hui. D'autant de baleines à bosses, elles sont passées à quelques milliers d'individus aujourd'hui.

Aujourd'hui, quelques traités internationaux permettent de mieux gérer la ressource. Le *Traité de l'Antarctique* a été signé en 1961 par 12 pays. Il interdit les activités militaires sur le continent, promeut la coopération scientifique et élimine les querelles territoriales. Depuis, 44 pays ont signé l'entente qui n'a pas de date de péremption. Cinq autres ententes ont été signées, venant renforcer les dispositions du *Traité de l'Antarctique* initial : Agreed Measures for the Conservation of Antarctic Fauna and Flora; Convention for the Conservation of Antarctic Seals ; Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources; Convention on the Regulation of Antarctic Mineral Resource Activities; Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. Ces traités sont connus sous le nom global de *Système de traités de l'Antarctique* et visent à protéger autant que possible le continent.

### L'océan Arctique

Alors que l'Antarctique est un continent ceinturé d'eau, l'Arctique est un océan ceinturé de continents. La calotte glaciaire arctique est épaisse de 3 mètres / 10 pieds en moyenne, mais le vent et les forces d'expansions peuvent créer des crêtes de 10 mètres / 33 pieds de haut, 40

mètres / 130 pieds de profond. C'est sous l'océan Arctique que se trouve le plus grand plateau continental du monde. C'est là aussi qu'on trouve les eaux les plus froides du monde. L'eau de l'Arctique



sont moins salées que celles de l'Antarctique parce qu'elles sont arrosées par de grands fleuves sibériens et canadiens. Il n'y pas, au nord, de courant circumpolaire comme au sud. Enchâssés par le Groenland, l'Amérique du Nord et l'Eurasie, les courants de l'océan Arctique sont limités. 80% des mouvements d'eau se font dans la mer du Groenland, une étendue se trouvant entre le Groenland et l'île Spitzbergen. C'est le seul passage profond entre l'Arctique et le grand océan. Les autres 20% circluent par le détroit de Bering et joignent l'Arctique au Pacifique.

Puisque l'océan Arctique comporte des secteurs d'eau libre, il est plus hospitalier que son cousin du sud. L'océan Arctique supporte la vie de grands animaux. Les vents et les marées créent des espaces d'eau libre appelés *polynies*. Les polynies servent aux phoques et aux baleines pour respirer. Elles offrent aussi une opportunité aux ours polaires (*Ursus maritimus*) et aux épaulards (*Orcinus orca*) de trouver leur ration de viande fraîche (phoque). C'est ainsi qu'on explique que des phoques et des ours aient été observés aussi loin qu'au pôle lui-même. La calotte est la résidence de quelques espèces d'oiseaux, d'une espèce de lièvre et parfois aussi s'y aventurent les humains.



Ce sont 2% des eaux arctiques qui migrent sous forme de icebergs. Ils se détachent de la banquise du Groenland et sont emportés par le courant du Labrador qui passe entre l'île de Baffin et le Groenland pour se déverser dans l'océan Atlantique. Les icebergs nordiques ont la forme de montagnes, contrairement aux icebergs septentrionaux qui sont plutôt plats.

Les ressources arctiques sont abondantes : pêche, pétrole, gaz. Comme en Antarctique,

la productivité primaire arctique est saisonnière à cause de la courte période offerte à la photosynthèse. La productivité y est au dixième de celle des eaux tempérées.

Le commerce de fourrure (surtout du phoque) est mené en arctique depuis le XVI<sup>e</sup> siècle. Il a cessé récemment. Même si toute chasse commerciale y est désormais interdite, les populations locales indigènes (Amérique du Nord, Sibérie, Groenland) continuent de pratiquer une chasse de subsistance. Ces pratiques ne semblent pas avoir d'effet sur les populations animales marines.

## Questionnaire

- Quelle est la principale source de production primaire océanique?
  - Le vent hydro-thermal des profondeurs
  - Les zones aphotiques
  - Le phytoplancton
  - Les récifs coralliens
- Une efflorescence de plancton est un sommet de production de plancton et survient habituellement au printemps. Vrai ou Faux?
- Quels sont les contraintes que doivent surmonter les organismes de la zone intertidale?
  - L'action des vagues
  - La dessiccation
  - La prédation
  - Toutes ces réponses
- La « zonalité » est un processus sélectif qui dispose les espèces en niveaux dans la zone intertidale. Vrai ou Faux?
- De quel(s) facteur(s) dépend la zonalité des organismes en secteur intertidal rocheux
  - Hauteur des marées
  - Facteurs physiques
  - Facteurs biologiques
- Densités des bigorneauxLes laminaires sont des plantes vasculaires qui n'offrent rien aux organismes marins. Vrai ou Faux?
- Un organisme qui influence grandement un écosystème malgré une population peu importante est appelé :
  - Mollusque
  - Bigorneau
  - Espèce-clef
  - Toutes ces réponses
- La clef de toute la chaîne alimentaire antarctique est l'herbivore appelé *krill*. Vrai ou Faux?
- L'arctique supporte des animaux plus gros que l'antarctique parce que :
  - On y trouve plus de terres
  - Plus d'eaux libres et donc plus basses températures
  - L'eau y est moins dense qu'au Sud
  - L'Arctique est près du Groenland

Avez-vous répondu : 1. c; 2. Vrai; 3. d; 4. Vrai; 5. a,b,c; 6. Faux les laminaires sont des algues et les forêts de laminaires abritent de nombreuses espèces; 7. c; 8. Vrai; 9. c.



# 4 Les récifs coraliens

## Forêts tropicales des mers

CORAL REEFS —  
RAINFORESTS OF THE SEA

## Chapitre quatrième

### Les récifs coralliens

Leur diversité et leur beauté  
Récifs poissonneux  
Les limites de l'abondance  
Dommages – ce que l'humain leur fait subir

---

#### Contenu essentiel

*Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :*

1. Pourquoi les récifs coralliens sont-ils si importants pour l'environnement marin?
2. Pourquoi l'expression « récif biotique » est-elle plus appropriée que « récif corallien »?
3. Approximativement combien d'espèces différentes de poissons vivent sur les récifs coralliens?
4. Quel est le pourcentage des récifs coralliens qui soient mis à mal par l'humain et quel est leur avenir?
5. Quels sont les facteurs humains, quels sont les facteurs naturels qui contribuent à la destruction des récifs coralliens?
6. Quel est l'effet de la plongée sur la santé des récifs coralliens?

### RÉCIFS CORALLIENS – LEUR DIVERSITÉ ET LEUR BEAUTÉ

*« Dans l'éventail des écosystèmes en danger, nous - plongeurs - portons spécialement en notre cœur la cause des récifs coralliens. Nous sommes chanceux de pouvoir contribuer à les protéger. »*

*Drew Richardson*

*Président de la Fondation Project AWARE*

Au cœur d'un plongeur, il n'y a pas sur terre de site plus spécial qu'un récif corallien. Les eaux tempérées, certes, offrent de belles choses à voir et des sites intéressants où plonger, mais – parlez-leur en – tous les plongeurs rêvent de s'immerger dans les eaux tropicales, véritables jardins de coraux multicolores, peuplées de superbes organismes. C'est ce qui fait des récifs coralliens un souci constant au cœur et à la tête des explorateurs sous-marins.

Au-delà de leur attrait pour les humains (plongeurs, apnéistes), les récifs coralliens sont d'abord un attrait pour les organismes vivants de la mer : 25% de toutes les espèces marines y trouvent un milieu de vie ou une pouponnière. Plusieurs de ces espèces sont essentielles à la survie humaine. C'est un pourcentage démesuré, quand on le compare à la proportion infime qu'occupent les récifs coralliens dans le volume total de l'océan. Il est difficile de chiffrer cela, mais on peut imaginer : on évalue actuellement à 284 300 km<sup>2</sup> / 110 000 milles carrés la superficie totale de tous les récifs coralliens de la planète. C'est donc un dixième d'un pourcent (0,1%) de tout le fond océanique, soit l'équivalent de l'État du Nevada ou de l'Équateur (le pays).

Les récifs coralliens sont de véritables réservoirs de biodiversité. En fait, l'expression *récif corallien* n'est pas exacte car elle ne rend

pas justice à la complexité de cet écosystème. Il serait plus approprié de parler en terme de *récif biotique*. Certains biologistes comparent les récifs coralliens aux forêts humides, les appelant d'ailleurs *les forêts humides des mers* parce qu'ils supportent une gamme inimaginable d'organismes vivants. La pharmacologie moderne y a trouvé un nombre considérable de substances efficaces : antibiotiques, agents anti-cancer. On croit que des milliers d'autres substances bénéfiques s'y trouveraient aussi.

D'un point de vue purement physique, les récifs coralliens sont des structures vitales. Ils protègent les communautés îliennes et côtières des tempêtes, de l'érosion et des vagues. Le corail et les mangroves absorbent 90% de l'énergie des vagues.

Plusieurs pays basent leur industrie touristique sur l'attrait qu'opère le récif de leur voisinage. En certains pays, le revenu généré par le tourisme de plongée et d'apnée est vital.

### **Le corail**

Le milieu de croissance idéal pour le corail est fait d'eaux peu profondes, claires, telles qu'on en trouve dans les régions tropicale et sub-

tropicale. La gamme de températures y est de 18°C à 30°C / 64°F-86°F. Un récif est, en fait, une colonie massive de corail. Le corail lui-même est – en fait – un tout petit invertébré (de la famille des cnidaires) qui secrète un squelette externe de carbonate de calcium (calcaire) fait de corallites (des petits vases). Le récif croît au rythme de la croissance de toutes ces petites structures qui s'ancrent au fond (et les unes sur les autres), formant ainsi une grande structure.

La plupart des coraux sont d'incomparables constructeurs. La plus grande structure construite par une forme de vie sur terre est la grande barrière de corail (Australie) qui est même visible depuis l'espace.

Le corail qui construit des structures imposantes (hermatypiques) compte sur une relation symbiotique avec une algue vivant dans ses tissus pour arriver à réaliser de telles constructions. Cette algue (*zooxanthelle*) confère aux polypes du corail la capacité de fonctionner à la fois comme un végétal et





comme un animal. L'algue produit des nutriments par photosynthèse, tandis que le polype filtre l'eau et capture le plancton. L'algue fournit sucre et oxygène (au profit du polype) tandis que le polype produit dioxyde de carbone et azote (dont profite l'algue). Puisque l'algue a besoin de lumière, le corail hermatypique ne croît pas en deçà des 25 mètres / 82 pieds de profondeur.

Quand un corail meurt (de cause naturelle ou humaine), il laisse un substrat sur lequel peut ensuite s'installer un nouveau corail. Une algue coralline (qui peut elle-même sécréter du calcaire) unit le sable du fond et les fragments de corail. Elle comble alors les espaces vides entre les coraux morts. Ces nouvelles structures agissent alors comme des barrières à l'érosion du récif, le protégeant des vagues et des tempêtes.

### **Le récif**

Bien sûr, le corail est à la base du récif, mais celui-ci n'est pas que corail. Le récif, de fait, est une ménagerie complexe. Le fond qui n'est pas couvert de corail, l'est de bactéries et d'algues. Ceci approvisionne les mollusques, les crustacés, les concombres, les oursins et les poissons herbivores. En retour, ces organismes fournissent un habitat irremplaçable qui maintient la santé de l'écosystème et fournit la nourriture aux étages supérieurs de la chaîne alimentaire. D'autres organismes comme les éponges, les vers et les mollusques jouent un

rôle essentiel dans l'érosion de la forteresse corallienne. Cette érosion crée de nouveaux espaces à l'intérieur même du récif. On évalue à 40-70% l'espace ouvert d'un récif corallien. Des fragments séparés créent des îlots qui seront ensuite reliés par l'action agglomérante de la coralline. L'action des organismes qui broutent comme le poisson perroquet ou l'oursin produit une grande quantité de sédiments et de nouveaux espaces où s'installeront les petits poissons et invertébrés.





### **Croissance lente pour tous?**

Contrairement à la croissance populaire, tous les coraux ne croissent pas à la même vitesse. De fait, ça varie grandement selon les espèces. Par exemple, un corail à ramures comme le *staghorn* peut croître horizontalement de 10 cm / 4 pouces par année alors que des espèces massives comme le *boulder* croît à un dixième de ce rythme. La croissance verticale varie elle aussi pouvant être d'aussi faible que quelques millimètres / fraction de pouce par an.

### **Toute abondance a ses limites**

En biologie, l'expression « Production primaire brute » (PPB) décrit la quantité totale de matière qui soit produite par les plantes. C'est une façon de quantifier la base de la chaîne alimentaire. En zone côtière riche en nutriments, la PPB est très grande, dans le grand océan très faible. On s'attendrait à ce qu'une PPB de récif corallien soit plus faible que celle de la côte, mais plus grande que celle de l'océan. Étonnamment, la PPB corallienne est de 250 fois celle de l'océan l'entourant. Ceci en fait un des milieux les plus productifs de tous les écosystèmes naturels. C'est un défi lancé aux lois de thermodynamique : grande productivité à partir de peu de nutriments. C'est plus complexe que cela; et pas encore compris. On peut cependant dire que cela est dû à l'efficacité inouïe du corail et de la communauté corallienne à recycler les nutriments (nitrates,

phosphates). Les nutriments qui y sont, y restent. Une si grande PPB présume une production alimentaire qui dépasse les besoins de ses habitants. Il n'en est rien; ce qui s'y produit y est consommé localement. Le surplus alimentaire est presque nul. Ceci a des conséquences directes sur la pêche en milieu corallien. Contrairement aux pêches en zone côtière, la pêche (poissons ou invertébrés) en zone corallienne ne peut se faire sans nuire à l'équilibre fragile du récif. Un récif qui aurait soutenu la pêche pendant des siècles peut être épuisé après seulement quelques années de pêche commerciale.



## RÉCIFS POISSONNEUX



Si 21 000 espèces de poissons dans toutes les eaux du monde, 4000 ne vivent qu'en milieu corallien. Plusieurs espèces colorées – et d'étrange façon – trouvent asile dans le milieu corallien. D'autres, au contraire, sont de couleur unie et misent sur le camouflage. Les poissons du récif sont généralement plus petits que ceux du grand océan, mais leurs tailles, leurs couleurs, leurs formes varient grandement. Leurs comportements, leurs bases alimentaires, leurs modes de reproduction, leurs cycles de vie et leurs méthodes de survie sont aussi variés. Par exemple, les demoiselles nagent constamment alors que les poissons-scorpions sont presque immobiles au fond, se camouflant en vue de saisir une proie de passage. Le poisson-perroquet dort sous une crête, protégé dans un cocon de mucus tandis que le poisson-cardinal sortira de sa tanière la nuit venue. La plupart des poissons-papillons forment un

couple pour la vie, alors que le hawkfish préfère la vie de harem.

### Identifier les poissons

Leur nombre astronomique rend l'identification des poissons très difficile. Les plus connus et facilement reconnaissables sont – la plupart – issus de quelques grandes familles (30 à 50). Ceci rend leur identification plus facile.

La Fondation *Project AWARE* et PADI (via la *Reef Environmental Education Foundation – REEF*) ont développé conjointement un cours spécialisé en plongée sous-marine intitulé *AWARE Fish Identification*. Ce cours met l'emphase sur l'identification de grands groupes de poissons à partir de l'observation de leurs caractéristiques communes sans aller jusqu'à l'identification précise de la famille. Ainsi, l'élève d'un cours *REEF* apprend à

repérer les caractéristiques d'un groupe, conformément au guide fourni dans le cours *REEF* ou d'autres sources documentaires. Voici les douze (12) groupes de poissons (totalisant 30 familles) que compte cette méthode :

### 1. Poissons-papillons, anges et chirurgiens

Groupe au corps fin et à la forme ovale ou discoïde. Ils sont généralement de couleur claire et présentent un patron de couleurs variées. Les



p.-papillons sont ronds, à corps petit, front concave, gueule petite et allongée pour capturer de petits invertébrés dans les crevasses. P.-anges ont une longue nageoire dorsale et un front rond. Les p.-chirurgiens (aussi appelés Tangs) sont de couleur unie et ont des épines de chaque côté de la nageoire caudale.

### 2. Carangue, barracuda, pagre, chevaine

Ce groupe comporte de grands poissons argentés à queue fourchue. Les carangues (jacks) sont bleu-argent et vivent en grande eau. Ce sont de bons nageurs, d'efficaces prédateurs. Les barracudas se distinguent facilement par leur corps long, cylindrique et argenté, leur grande

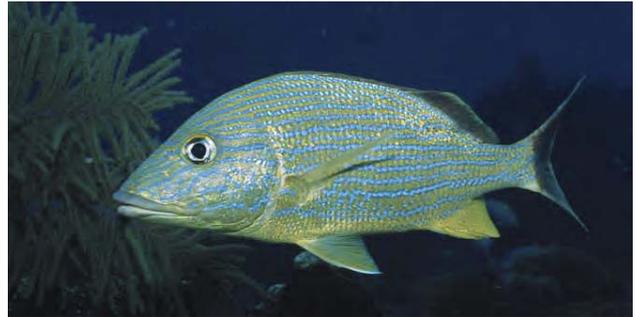


gueule bardée de dents pointues. Les pagres (aussi appelés dorades) sont plutôt ovales avec

une tête à angle raide par rapport au corps. Les chevaines ont un long corps ovale, sont argentés et se tiennent plus près de la surface.

### 3. Vivaneaux, gorettes

Ces poissons ont un corps fuselé et une tête qui tombe sur leur gueule. Cette gueule est tournée vers le haut et montre les canines. Les gorettes

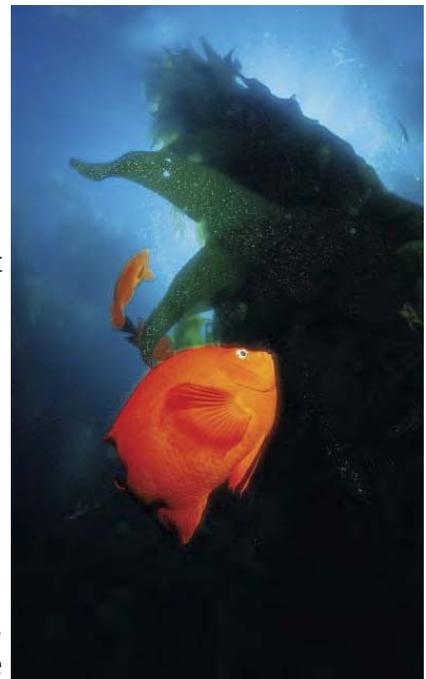


font du bruit, sont colorées et sont plutôt grégaires. Les anglais les appellent aussi *sweetlips*.

### 4. Demoiselles, chromis et hamlets

Ces petits poissons ovales rôdent souvent dans et autour des crevasses. Ils sont colorés et diversement peints. Les

demoiselles mangent des algues et défendent âprement leur territoire, allant jusqu'à charger un plongeur pour protéger son nid. Les chromis ont un corps plus allongé et leur queue est profondément échancrée. Les hamlets sont de la famille des bars, mais sont similaires aux deux autres avec une tête plus plate.



### 5. *Mérous, bars et anthias*



« Mérou » est un nom commun donné à plusieurs membres de la famille de bars. Ils ont un gros corps, une grande gueule à grandes lèvres. Ils sont parmi les plus grands poissons du récif et solitaires. Ils se tiennent plutôt à l'ombre. Ils portent souvent une épine qui dépasse de la dorsale qui ramollit et s'aplatit près de la queue. Les autres bars sont plus petits, plus allongés que les mérous. Les anthias sont petits, colorés et vivent plus creux.

### 6. *Poissons-perroquets et labres*

Colorés à souhait, les p.-perroquets sont reconnaissables à leur gueule à l'allure de bec denté. Les labres sont plus petits et leur corps



plus allongé. Les p.-perroquets utilisent leur bec osseux pour gratter les surfaces rudes et en tirer les algues dont ils se nourrissent. Les labres mangent de petits invertébrés enfouis dans le sable.

### 7. *Carangues, gros-yeux, soleils, cardinaux*

C'est un groupe de poissons nocturnes qui nagent en pleine eau la nuit venue, mais se cachant dans les failles durant le jour. Ils sont repérables par leurs teintes rougeâtres, leurs



grands yeux. Les p.-écureuils se distinguent par leur seconde dorsale très grande, telle une queue d'écureuil. Les gros-yeux ont une nageoire dorsale continue, de grands yeux et sont moins écailleux. Les cardinaux sont rougeâtres, ont un museau court et deux nageoires dorsales séparées.

### 8. *Blennie, gobies, marionnettes*



Ces petits poissons à long corps se cachent souvent dans des trous, ne laissant sortir que leur tête. Les blennies s'appuient souvent sur leurs nageoires pectorales pour se relever. Ils ont sur la tête des appendices (cirri) qui ressemblent à des sourcils ou de petites cornes. Les gobies reposent sur leurs pectorales, bien droits, à plat et sans mouvement. On les dit *nettoyeurs*. Les p.-marionnettes ont un long corps et une grande gueule. On les trouve souvent occupés à déplacer des roches ou à creuser des trous.

### 9. Carrelets, flétans, rascasses, poissons-lézards, antennaires

Ces habitants des fonds se spécialisent dans le camouflage et les formes étranges. Les carrelets, flétans, plies sont des poissons plats dont les deux yeux sont sur le même côté, celui tourné vers la surface. Ils se cachent souvent sous le



sable. Les rascasses se fondent au décor, elles ont un corps trapu et une nageoire dorsale faite d'épines vénéneuses. Les p.-lézards ont un corps allongé et une grande gueule tournée vers le haut. Ils vivent au fond. Les antennaires – aussi les lottes – ont un corps trapu, des nageoires pectorales et ventrales développées (comme des filets) et la gueule tournée vers le haut. Ils attirent les petits poissons par un leurre pendu au bout d'une antenne qui leur sort du front.

### 10. Poissons-limes, bourses, balistes, poissons-ballons, coffres, p-vaches, barbets, capucins, p-trompettes et ombrines

Ici, on regroupe tous les poissons aux formes étranges qui nagent en pleine eau. Les p-limes, les bourses et balistes sont dit « à peau de cuir » à cause de leur peau solide. Ils ont un corps fin et des lèvres typiques, proéminentes. Les p-



ballons ont cette capacité spéciale de pouvoir se gonfler d'eau et ainsi se faire plus gros. Certains ont des épines qui s'érigent lorsque le poisson se

gonfle. Les p.-vaches et les coffres sont appelés ainsi à cause de leur forme triangulaire et leurs arêtes visibles. Les barbets et capucins sont longs et cylindriques. Ils ont des barbillons au menton. Les p.-trompettes sont très longs et leur gueule allongée au bout ouvert. Ils aspirent leurs proies. Les ombrines ont une première dorsale extrêmement longue. Leur coloration sombre les distingue.

### 11. Anguilles

Ces poissons ont un long corps, comme celui



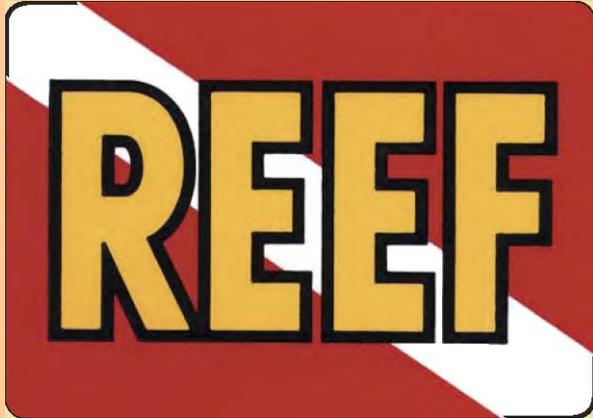
d'un serpent. Ils vivent dans des crevasses, des trous ou sous des surplombs. On les voit nager en eaux libres surtout la nuit.

### 12. Requins et raies

Ces poissons ont un « squelette » interne fait de cartilage. Les requins se propulsent par la queue. Les raies, comme si elles volaient, se propulsent par un mouvement de leurs nageoires pectorales adaptées.



## QU'EST-CE QUE LE PROJET REEF ET COMMENT VOUS Y ENGAGER?



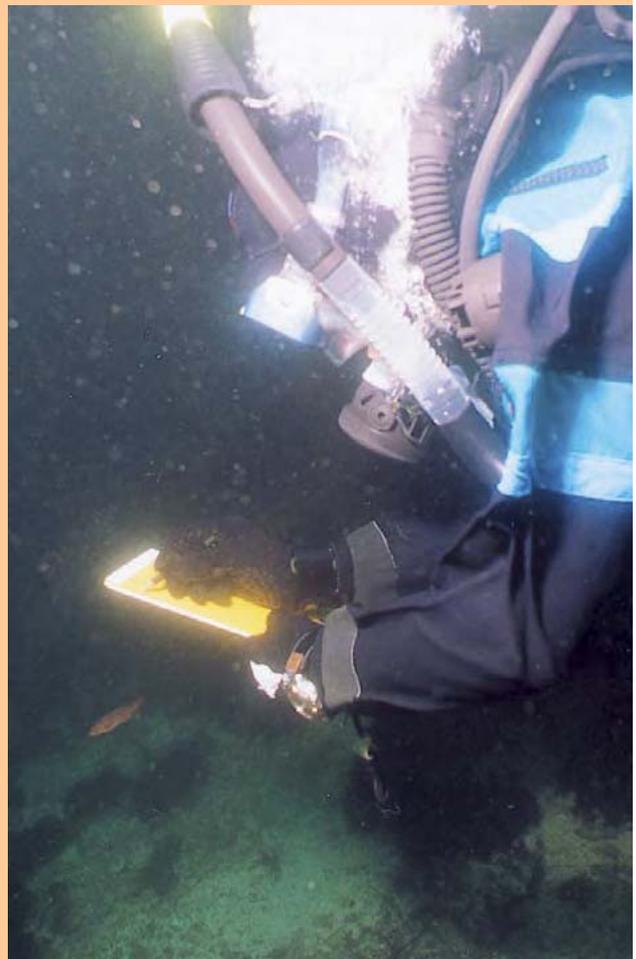
REEF (Reef Environmental Education Foundation) est un organisme privé sans but lucratif qui est le fruit de l'initiative de Paul Humann et Ned DeLoach – photographes et naturalistes sous-marins – en 1990. La mission de REEF est d'éduquer, d'enrôler et de former, plongeurs et non-plongeurs, à la conservation active de l'environnement marin. Une des voies d'actions de REEF est de fournir des données aux scientifiques, aux gestionnaires de ressource, aux conservateurs (et à quiconque s'intéresse aux mers) quant à l'état de santé des récifs et de la biodiversité halieutique. REEF y arrive en enrôlant les plongeurs récréatifs (scaphandre ou apnée) dans des recensements biologiques.

Ainsi, les participants au programme REEF, les observations que les plongeurs font deviennent plus que de beaux récits, mais sont désormais des informations compilées et précieuses. Vous pouvez participer personnellement à la compréhension et la conservation de l'environnement marin. Le programme *REEF fish Survey Project*, en coopération avec *The Nature Conservancy (TNC)* est un projet actif de surveillance des mers. TNC est un autre organisme à but non-lucratif (fondé en 1951) visant à préserver les plantes, animaux et écosystèmes qui représentent la biodiversité terrestre en protégeant les terres et mers où ils sont.

Par ce projet, les participants cumulent une somme immense d'informations. Celles-ci sont ensuite utilisées par les biologistes et

autres spécialistes de la nature et les groupes soucieux de l'environnement que nous léguerons à nos petits-enfants. Ce sont des données portant sur une longue observation, une large variété d'espèces et des dénombrements sérieux.

Pour participer à ce programme, il vous faut quelques notions d'identification et devez être membre de REEF. Le cours *AWARE Fish Identification Specialty* (de PADI) est une excellente façon de développer les habiletés nécessaires. Ce cours spécialisé a été développé en collaboration avec *Project AWARE* et *REEF*. Il introduit les plongeurs aux caractéristiques les plus répandues chez les poissons et les familles les plus représentées dans nos eaux. Après avoir réussi ce cours, vous pourrez vous engager dans les recensements fait par REEF.



## DOMMAGES – CE QUE L'HUMAIN, OU LA NATURE, LEUR FAIT SUBIR

Un cinquième des récifs du monde sont morts, 35% sont dans un état critique ou en danger, et tous les récifs du monde sont menacés par le réchauffement climatique planétaire.

Une étude de l'*International Union for the Conservation Nature (IUCN)* démontre que l'activité humaine est directement liée à la destruction des récifs dans 93 des 109 pays qui ont de tels récifs. Les récifs le plus menacés sont ceux au Sud et Sud-Est asiatique, à l'Est de l'Afrique et dans les Caraïbes.

Les récifs coralliens survivront-ils à notre génération? Nous l'ignorons. Une seule chose est certaine : la seule façon de sauver les récifs, c'est de les protéger. Les pays riches de récifs doivent développer et promouvoir des programmes environnementaux qui décourageront la destruction des récifs. Toutes les nations du monde doivent y collaborer et agir contre les changements climatiques.

### La fragilité d'un récif

Les sources de dommages faits aux récifs peuvent être naturelles ou humaines. Les récifs sont sensibles, car ils ont une très faible tolérance aux changements de lumière, de température, d'apport en nutriments. Trop chaude ou trop froide, l'eau peut tuer le récif. Une eau trop brouillée peut en faire autant en privant de lumière les producteurs primaires. Trop de nutriments peut avantager les grandes algues qui auront le dessus sur le récif. Un haussement du niveau des mers ferait en sorte que le récif se trouverait soudainement trop creux et donc moins bien éclairé, voici un autre changement léthal.

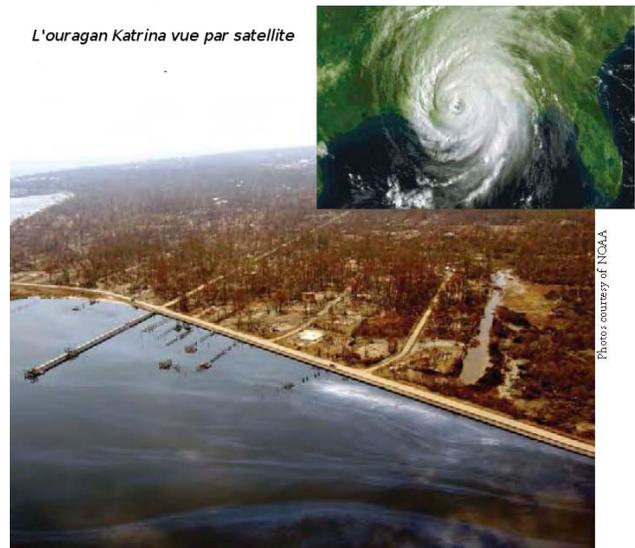
À cause de son extrême sensibilité au moindre changement, le récif est donc fragile face aux polluants ou aux modifications atmosphériques. De nombreux scientifiques, de différentes disciplines, étudient ces écosystèmes fragiles afin de déceler le premier signe d'une dégradation ou de réaction aux changements. C'est un autre rôle du récif corallien : être un marqueur de l'état de notre planète.

### Les dommages naturels

La capacité d'adaptation des récifs n'est peut-être pas si faible qu'on le croit, puisqu'ils sont sur la planète depuis des centaines de millions d'années. Ils ont donc affronté des catastrophes naturelles et s'en sont sortis, voire même s'en sont enrichis d'une évolution plus grande dans leur biodiversité. Ces bouleversements sont :

- Irrégularités météo comme El Niño
- Tempêtes extrêmes (tornades, typhons, etc)
- Inondation d'eau douce
- Sur-population d'une espèce
- Assèchement durant des marées basses extrêmes
- Maladies.

L'ouragan Katrina vue par satellite



Marée noire dans la baie St-Louis (Mississippi) après l'ouragan Katrina.

### Les dommages causés par les humains

Sans surprise, les plus grandes menaces qui pèsent contre les récifs sont d'origine humaine, à commencer par les perturbations à l'environnement. De nombreux scientifiques et dirigeants croient que ces maux trouvent leurs sources réelles dans la vie terrestre de l'humain. Notons : la pression due à l'accroissement de la population et l'occupation des côtes qui permettent les avancées techniques. La société pré-industrielle eut peu d'impact sur l'environnement côtier. Cependant, les machineries lourdes, le dragage et les constructions industrielles novatrices transforment



facilement une zone côtière en ville ou en centre balnéaire sans trop se soucier des conséquences sur le récif se trouvant tout près.

La déforestation, le surpâturage et le peu de souci porté à l'usage des terres entraînent l'érosion des terres et l'envasement des rivières. Ces sédiments sont charriés jusqu'aux récifs qui en seront couverts ou qui verront leur entrée de lumière réduite. Les déchets domestiques, agricoles et industriels ajouteront à cela des fertilisants, des pesticides et des bactéries d'eaux brunes (égouts),

créant une sur-abondance de nutriments. Ainsi le récif sain se vêt désormais de la couleur de la mort : le beige sable.

### **Le blanchiment du corail : un morne avenir**

Au cours des années 1980, on a observé une grande part du très coloré corail, des flagelles et des éponges se décolorer jusqu'à la blancheur et mourir. Les biologistes marins notent de tels blanchiments dans les Caraïbes, aux Îles Society, dans la Grande barrière, à l'Ouest de l'océan Indien et en Indonésie. De 1998 à 2005, les épisodes de blanchiment envoyèrent un signal encore plus alarmant quant à l'avenir des récifs. On s'entend pour attribuer au réchauffement climatique induit par l'humanité la plus grande responsabilité à cela. Encore 30 à 50 ans à ce rythme et il n'y aura plus de corail sur notre planète.



L'abus des ressources marines comme la surpêche et l'extraction de récif ont un effet négatif sur les récifs. Les indicateurs de surpêche (réduction des tailles moyenne et maximale, réduction du nombre des prises, changement des variétés capturées) sont souvent négligés à cause d'une mauvaise gestion de la pêche. La diminution des prises provoque souvent le recours à des méthodes plus destructives comme le dynamitage ou l'empoisonnement au cyanure. La surpêche peut aller jusqu'à récolter les espèces nettoyant le récif ou mangeant les algues, ce qui donnera un avantage décisif aux algues contre le corail.

Des pratiques destructrices sont dénoncées en Asie comme la récolte de corail pour la construction d'édifices ou pour la vente de souvenirs. Ces pratiques ont déjà détruit de grands pans de récifs et mené au bord de l'extinction certaines espèces comme la palourde géante *Tridacna*. Même le marché des aquariums a eu son effet sur les récifs, les poissons, les invertébrés et les « pierres vivantes » (corail) tandis qu'on les prélève de leur milieu naturel.

Finalement, un problème croissant auquel fait face le récif est l'accroissement du tourisme. Bien que l'apport financier que génère le tourisme peut aider la nature à bien vivre, cela n'est réellement possible qu'à la condition que soient bien gérées et contrôlées les activités. Bien sûr ces activités touristiques peuvent nuire : pêche, ancrage de bateau, plongée (apnée ou scaphandre). Habituellement, ces activités causent peu de dégâts par rapport aux autres menaces. D'ailleurs, ces sportifs sont les mieux aux faits de l'état et de la fragilité d'un récif. L'ancrage de bateaux peut certainement restreindre ses dommages en usant d'ancrages permanents. Les bouées d'amarrage est un ancrage permanent auquel est attachée une bouée. À cette bouée s'attache le bateau qui se trouve donc fixé au fond sans avoir à endommager le fond ou le récif. *Project AWARE* encourage l'installation et l'usage des bouées

d'ancrage et offre même un guide de planification et d'installation, décrivant les composants nécessaires et les variables dont on doit tenir compte.

Contre la santé et la survie des récifs, le plus grand problème reste celui des égouts non-traités. C'est pire lorsque les centres de villégiature s'installent près des récifs – attrait touristique – en zone côtière (plage, mangrove, herbiers).

La menace championne et la mieux connue des menaces humaines à l'endroit des récifs et bien sûr les changements atmosphériques. Bien que discutées, les observations faites relativement aux gaz à effet de serre et à l'amincissement de la couche d'ozone auraient un effet sur la vie corallienne. Le cas de l'ozone exposerait les coraux à plus de rayons ultraviolets nocifs nuisant ainsi au corail comme aux organismes hôtes de zooxanthelles. Les changements climatiques agissent de diverses façons : hausse des températures, modifications aux corridors et force des tempêtes tropicales, déplacements des pluies et des courants marins.

#### **Quelques-uns des stress d'origine humaine :**

- Surpopulation côtière
- Construction côtière (ports, maisons, villégiature)
- Envasement (venant de l'érosion) spécialement près des fleuves et estuaires.
- Pollution et eutrophisation causées par la pollution, fertilisants, égouts
- Surpêche qui déséquilibre l'écosystème
- Méthode de pêche destructive (dynamitage, usage de cyanure)
- Cueillette de corail ou de sable corallien pour la construction ou les souvenirs
- Cueillette de poissons, d'invertébrés ou de « roches vivantes » pour le commerce d'aquariums
- Collecte excessive de corail, coquillages, poissons ou autres organismes vivants
- Ancrages, échouages, accidents maritimes
- Modifications atmosphériques

## L'initiative du programme *Coral reef Conservation de Project AWARE*

Voyant se multiplier les menaces naturelles et humaines contre les organismes vivants des récifs coralliens, *Project AWARE* a mis la priorité de ses actions sur les initiatives de conservation.

S'inspirant du succès de « Protect the Sharks », le programme « Protect the Living Reef » est appelé à grandir et à toucher toujours plus de gens, à éveiller le public à l'aide d'affiches, de brochures, de collants et d'autres items qui complètent et annoncent des conférences inter-actives et d'autres efforts au plan législatif. « Protect the Living Reef » fera aussi promotion dans les revues spécialisées de plongée, par des conférences de presse et des annonces publiques.



En plus des campagnes publiques de sensibilisation, des nettoyages de récifs et de la surveillance de récifs, l'initiative de *Project AWARE* quant à la conservation des récifs coralliens compte aussi sur un cours spécialisé adressé aux plongeurs en collaboration avec PADI : *AWARE Coral Reef Conservation* .

## Questionnaire

1. Les récifs coralliens sont importants à l'environnement marin parce :
  - a) y croissent 25% des espèces marines
  - b) c'est un réservoir de biodiversité
  - c) ils agissent comme barrière protectrice pour les îles, lagons et berges
  - d) Toutes ces réponses
2. Certains biologistes parlent des récifs coralliens comme des « forêts humides tropicales des mers » à cause de leur grande diversité biologique. Vrai ou Faux?
3. Des 21 000 espèces de poissons connues, plus de \_\_\_\_\_ espèces vivent dans les récifs coralliens
  - a) 16 000
  - b) 8000
  - c) 4000
  - d) 2000
4. Aujourd'hui, ce sont 50% des récifs qui sont si dégradés qu'ils ne peuvent plus s'en remettre. Vrai ou Faux?
5. Quelle(s) menace(s) est(sont) induite(s) par l'humanité à l'encontre des récifs coralliens?
  - a) Inondation d'eau douce
  - b) Utilisation de dynamite ou de cyanure pour la pêche
  - c) Envasement, suite à des constructions en zone côtière
  - d) Ancrage
6. Les contacts accidentels des plongeurs (apnée ou scaphandre) ont un impact mineur sur les récifs, compte tenu de toutes les menaces. Vrai ou Faux?

*Avez-vous répondu ....*

1. d; 2. Vrai; 3. c; 4. Faux – les estimations sont plus près des 10%; 5. b, c, d; 6. Vrai



**5** Ressources aquatiques  
en péril

AQUATIC RESOURCES  
IN PERIL

## Chapitre cinquième

### Ressources aquatiques menacées

Pollution

Gestion des pêches

Dégradation des côtes et des milieux humides

---

Contenu essentiel

*Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :*

1. Quelles sont les sources de pollution qui injectent des substances dans l'environnement aquatique?
2. Quelle est la plus grande source d'huile polluante et quelles sont les conséquences de l'huile?
3. Quels effets entraînent les matières organiques, déchets solides, munitions, affluents chaudes ou l'introduction d'espèces étrangères?
4. Qu'est-ce que la *Tragédie des biens communs*?
5. Pourquoi plusieurs espèces pêchées tombent-elles en rupture de stock?
6. Qu'est-ce qu'une « capture accidentelle » et quelles conséquences ont-elles sur l'écosystème?
7. Quelles sont les pratiques de pêche actuelles les plus destructrices?
8. Comment la population humaine affecte-t-elle la zone côtière?
9. Qu'est-ce qui fait pression sur les milieux humides?
10. Que devons-nous faire en premier pour conserver les stocks de poissons?
11. Donnez des exemples d'aménagements réussis de la zone côtière.
12. Quelles mesures internationales ont été prises pour freiner la pollution volontaire des eaux avec de l'huile ou d'autres rejets toxiques issus de la navigation?



### POLLUTION

En échange de tout ce que nous procurent les eaux pour notre survie, l'humanité produit une grande quantité de déchets. Chaque année, plus de 20 tonnes métriques (22 tonnes imp.) de polluants sont rejetées dans les eaux. Ces rejets viennent principalement de la terre ferme ou de l'atmosphère. L'océan est le plus grand réceptacle de polluants, que ceux-ci fussent jetés là directement ou apportés par les cours d'eau. Selon le Programme Environnemental des Nations Unis (UNEP), les polluants marins sont:

- 44% : déversements industriels ou agricoles
- 33% : propulseurs, hydrocarbures (ex. : méthane ou benzène, qui contiennent hydrogène et carbone), biocides (ex. antibiotiques, pesticides)
- 12% : accidents maritimes, rejets des ballasts de navigation, déchets
- 10% : industries, municipalités, déchets agricoles et boues de dragage.

Une fois rejetés dans l'océan ou le milieu aquatique, les polluants ne resteront pas sagement là. Par le biais de processus naturels, certains polluants retourneront à l'atmosphère, seront dissouts dans l'eau ou absorbés par des organismes vivants sans compter que les mouvements et courants d'eau charrient les polluants sur des distances impressionnantes. Par exemple, on a trouvé des hydrocarbures en Antarctique alors que ces eaux se trouvent à des milliers de kilomètres (milles) de la source la plus proche.

## Pétrole

Pour plusieurs, le mot « pétrole » est synonyme de pollution. Chaque année, environ 5,4 millions de tonnes (6 000 000 tonnes imp.) de pétrole et d'hydrocarbures sont déversées dans l'océan ou autre milieu aquatique.



liens survenant dans le monde. C'est dire qu'une quantité extrêmement plus grande entre dans l'environnement aquatique sans que nous n'en parlions. Pensons notamment aux travaux extra-côtiers (plate-formes de forage par exemple) qui déversent de grandes quantités d'hydrocarbures. Encore là, c'est moins que ce que produit le transport des produits pétroliers. Mais encore, transport et extraction ne comptent que pour 25% des intrants pétroliers dans l'océan. Quelle est donc la principale source de pollution pétrolière? Nous, les utilisateurs.

Les déversements pétroliers se produisent en diverses circonstances : échouages, manutention, transbordements, accostage, production au large. On peut penser aussi aux écoulements urbains, riverains, atmosphériques et à l'infiltration ou la percolation naturelle.

Même les plus connues des catastrophes pétrolières ne comptent en fait que pour cinq pourcent (5%) de tous les déversements pétro-





L'océan reçoit sa plus grande part de pétrole de la main des terres l'entourant. Nommons : le ruissellement des stationnements (et autres surfaces semblables) et les matières non traitées issues des usines d'épuration (qui déversent directement dans les rivières ces produits insaisissables). On estime à 42 millions de litres (11 000 000 gallons) d'huile par an qui entrent ainsi dans le monde aquatique des seuls États-Unis. C'est l'équivalent de ce qu'a versé l'*Exxon Valdez* en Alaska (Prince William Sound, 24 mars 1989).

### Nettoyons tout ça

Différentes méthodes sont disponibles pour nettoyer l'environnement du pétrole qu'on y a déversé :

- Des agents chimiques accélèrent la formation de bulles d'huile et dispersent les gouttelettes afin de les empêcher de former une couche uniforme.
- Des sables chimiques traités qui entraînent au fond les particules de pétrole
- Des agents chimiques qui transforment l'huile liquide en gélatine qui peut ensuite être roulée comme un tapis
- Des agents absorbants (poudre de liège, sphaigne ou paille)
- Le brûler sur place.

Idéalement, l'huile devrait être traitée avant qu'elle n'atteigne un rivage (de mer ou de rivière) où cela devient rapidement un gros problème. Un nettoyage de plage est une tâche colossale et onéreuse qui résulte souvent en l'émergence d'autres problèmes. De plus, une telle œuvre est longue à réaliser car, elle repose en partie sur l'activité bactérienne et fongique pour dégrader les produits pétroliers.

L'autre grand coupable est l'automobile et le camionnage. Son usage et son entretien sont une source importante. Les moteurs brûlent de façon incomplète les hydrocarbures qui vont alors dans l'atmosphère, puis – par la pluie ou la neige – finissent dans l'océan. Accidentellement, certaines laissent échapper des hydrocarbures lors de changements d'huile faits à la maison. Cela sera lavé par l'orage et mené à la mer. D'autres sont moins gênés et jettent ces huiles usées directement dans un cours d'eau, évitant ainsi de payer l'accès à un dépôt reconnu.

Finalement, une source importante se trouve dans le suintement naturel. Cette source équivaut à la contribution des pluies et au double de ce que déversent les accidents de transport.

Les conséquences de cette pollution sont visibles partout. L'huile sur le plumage d'oiseau détruit sa capacité imperméabilisante, provoquant hypothermie et noyade. Une infime quantité d'huile ingérée par un adulte réduira la solidité de ses œufs et donc sa capacité de reproduction. Le plumage d'un adulte qui couve ses œufs peut aussi affaiblir la coquille et briser l'œuf avant l'éclosion. Les animaux qui se lavent eux-mêmes après un contact avec de l'huile ingéreront cette huile et auront des troubles aux intestins ou à d'autres organes. On pense, mais on n'a pas de relation directe de cause à effet en ce qui a trait aux baleines, que l'huile tue un grand nombre de mammifères marins. Même une petite quantité d'huile peut entacher une saison de pêche au poisson ou aux mollusques, rendant ces produits invendables. Les animaux filtreurs (comme les huîtres et palourdes) peuvent ingérer d'infimes gouttes d'huile (même si a été émulsifiée, traitée) et l'ingérer à leurs tissus organiques. C'est là une entrée de l'huile dans la chaîne alimentaire où les morts s'entasseront comme l'huile s'accumulera de prédateur en prédateur.

### Produits polluants manufacturés

Plus de 19 trillions de litres / 5 trillions de gallons de déchets toxiques comme des

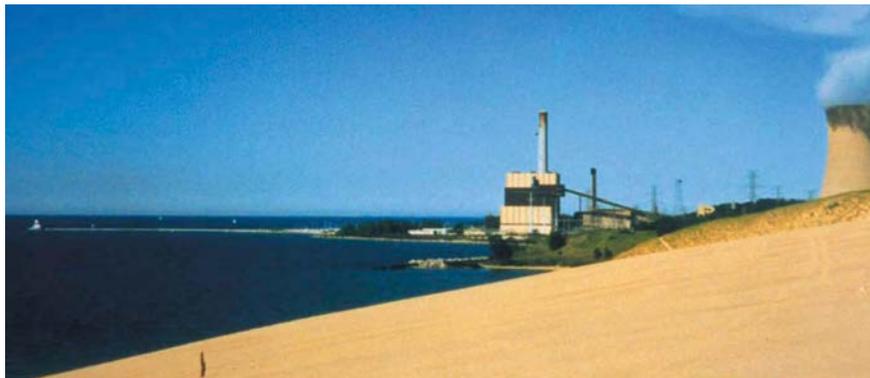


métaux lourds, halogénates hydrocarbonés, produits chimiques industriels et matières radioactives, entrent dans l'eau chaque année. Plusieurs de ces matières ne seront jamais décomposées ou dissipées par des bactéries ou autrement. Au contraire, elles s'accumuleront dans les organismes et se transmettront par la chaîne alimentaire jusqu'à nous ou engendreront des troubles physiologiques – voire létaux – chez les prédateurs. On parle de *bioaccumulation*. Les matières connues pour leur aptitude à s'accumuler sont, entre autres, le mercure, le plomb, le cuivre et les halogénates hydrocarbonés. Ces matières peuvent causer des dommages à n'importe quel maillon de la chaîne alimentaire, les risques croissant lorsqu'ils passent à des prédateurs comme les requins et l'humain. Ces substances interfèrent dans les processus chimiques naturels des organismes. On observe des atrophies de nageoire chez certains organismes aquatiques, cancer du pancréas chez d'autres, malformation squelettiques ou larve difformes chez d'autres. Les molécules hydrocarbonées contiennent de l'hydrogène et du carbone qui se combinent aux

atomes d'autres éléments présents dans l'organisme comme le chlore, le fluor, le brome ou l'iode. Ils forment alors des chlorures ou des halogénates hydrocarbonés. Deux chlorures hydrocarbonés sont notamment connus pour leur menace envers l'environnement aquatique, le pesticide dichloro-diphényltrichloroethane (DDT) et les lubrifiants et refroidissants industriels connus sous le nom de biphényles polychlorés (BPC).

Il fut un temps où on pensait le DDT sans danger. Il fut banni au début des années 1960 après que fût démontré le lien entre ce produit et la mort massive d'oiseaux marins. Au cours du temps, on a retrouvé le DDT dans les tissus graisseux des prédateurs de ces oiseaux. Lorsque les oiseaux mangent assez de poisson contaminé, le DDT interfère avec le calcium dans le métabolisme des coquilles d'œufs. Ainsi les oiseaux pondent des œufs minces et fragiles entraînant la décroissance de la population. La contamination aux BPC a remonté la chaîne alimentaire jusqu'aux grands prédateurs : phoques, lions de mer, baleines. Au Canada, dans le St-Laurent, on a observé de tels taux d'halogénates hydrocarbonés que des cas de cancer digestifs en seraient le résultat chez certains bélugas. Or, ces baleines mangent des invertébrés benthiques. Au cours des années 1980, la population de bélugas a chuté. 72 autopsies ont révélé des tumeurs, des ulcères, des maladies respiratoires et des problèmes immunitaires, tous associés à la présence de BPC.

L'eau de mer est naturellement radioactive, à cause du potassium dissout et de la décom





position d'éléments tels l'uranium ou le thorium. Cependant, lorsqu'on y ajoute des déchets radioactifs, le niveau de radiation peut devenir dangereux. Des substances radioactives ont été larguées en mer durant les années 1940, suite aux essais militaires nucléaires et au rejet de matières radioactives.

### Réactions chimiques

Il y a environ 60 000 produits chimiques utilisés dans le monde et chaque année l'industrie en crée entre 100 et 2000 nouveaux. Chaque nouvelle création a ses fins et usages, mais malheureusement, plusieurs ont des conséquences négatives sur l'environnement. Cependant, la plus grande préoccupation doit rester celle des conséquences imprévues de réactions chimiques non-souhaitées.

Les chimistes utilisent l'expression « sous-produits indirects de réactions supplémentaires » pour parler de ces conséquences inattendues. Le nombre, l'identité et la toxicité de telles réactions et sous-produits sont souvent inconnus.

À ce jour, on compte pas moins de 3000 polluants organiques dans l'environnement aquatique et plusieurs d'entre eux se trouvent dans le verre d'eau que vous buvez. C'est simplement parce que les conséquences d'un nouveau produit chimique peuvent attendre des décennies avant de se manifester chez nous.

En 1975, la convention « London Dumping » a banni le rejet en mer de déchets hautement radioactifs. Avant cela, cependant, de nombreux cas d'immersions sont recensés. Par exemple, entre 1946 et 1970, les États-Unis d'Amérique ont floué plus de 110 000 barils de plutonium et de césium dans la mer, souvent près de lieux densément peuplés.

La Russie a admis que l'ex-URSS a rejeté des déchets nucléaires liquides et solides (incluant des réacteurs nucléaires) dans la Mer du Nord. En Russie centrale, le lac Karachay est connu pour avoir servi de dépôt à déchets nucléaires pendant des décennies. De grandes quantités de déchets radioactifs s'y trouvent encore.

Il fallut attendre 1983 pour qu'un bannissement des rejets à faible concentration fût ajouté à la Convention de Londres. Néanmoins, le souci perdure. Les rejets radioactifs sont souvent transportés par bateau et les accidents peuvent arriver à tous moments.

Heureusement, les organismes marins semblent avoir une assez grande tolérance face à la radioactivité. Jusqu'à présent, aucune analyse ne permet de pointer des conséquences directes sur les écosystèmes affectés par des radiations élevées en mer. Mais, que nous réserve l'avenir?

### Matières organiques

Actuellement, c'est la matière organique qui constitue la plus grande pollution marine. Parce que les bactéries décomposent la matière en parcelles plus petites et utilisables, enrichissant les écosystèmes, un apport régulier à rythme raisonnable peut encore être acceptable voire bénéfique. Cependant, si la matière organique en vient à une concentration dépassant un certain seuil, l'activité bactérienne peut en venir à accaparer tout l'oxygène disponible dans l'eau. Or, une eau pauvre en oxygène favorise la croissance des plantes et défavorise la vie animale. C'est ce qu'on appelle l'*eutrophisation*, qui peut résulter en efflorescence de phytoplancton, des marées rouges que nous avons vues au chapitre 2. Les marées rouges produisent des neurotoxines qui peuvent nuire aux organismes vivants. Les bivalves comme

les palourdes peuvent accumuler ces toxines et les transmettre aux humains qui les mangent. Ceci peut entraîner des maladies, voire la mort.

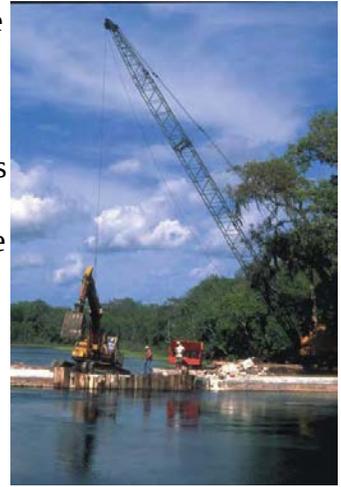


La contamination alimentaire peut aussi survenir lorsque la matière organique contenant des égouts humains atteint les eaux. Manger du poisson ou des fruits de mer contenant de hauts taux de pathogènes humains peut conduire à la fièvre typhoïde, la salmonellose, des hépatites virales ou au botulisme. Les rejets d'égouts non traités ou peu traités est un sujet important d'inquiétude quant à la santé publique.

### **Matières solides**

Une source importante de pollution se trouve dans le dérangement, par exemple lors de dragage d'un port, d'un havre, d'une rivière; lors des travaux de creusage d'un chenal maritime qui préserve l'accès à la marine marchande. Le dragage disperse souvent des matières toxiques, des métaux lourds ou de l'huile qui – autrement – seraient fixés dans la boue. Bien qu'il arrive

que les boues de dragage servent ensuite de remblayage, elles sont souvent remises dans l'eau, distribuant ainsi les méfaits des toxiques s'y trouvant. Même lorsque les boues ne contiennent pas de contaminants dangereux, leur brassage disperse des matières en suspension, celles-ci peuvent boucher des organes alimentaires ou respiratoires, réduire la pénétration de lumière dans l'eau (nécessaire à la photosynthèse) ou étouffer des organismes accrochés lorsque cette boue enfin se dépose. Il est connu que tout dépôt de matières solides a des effets négatifs sur la communauté naturelle où aboutissent ces dépôts.



### **Plastiques**

Les avantages du plastique – légèreté, force, durabilité, robustesse – sont aussi les qualités qui en font un cauchemar environnemental. Sa robustesse le prémunit contre la dégradation mécanique ou microbienne. Par exemple, une attache de six bières a une durée de vie moyenne de 450 ans en milieu naturel.

Selon la *Ocean Conservancy*, plus de 80% des débris marins sont en plastiques. Parmi les plus souvent trouvés sont les équipements de pêche, les sacs, les emballages, les baudruches, les seringues et les bouteilles. Nulle part sur terre – du Pacifique à l'Antarctique – où on ne trouve de parcelles de cet héritage destructeur qu'est le plastique.

Parce que le plastique flotte ou se tient à mi-eaux, il est facilement confondu avec de la nourriture par de nombreux animaux et oiseaux. La cause de mort de nombreuses tortues marines est l'ingestion de plastique. Elles confondent les sacs de plastique avec les méduses, leur aliment principal. Les chercheurs estiment que près de 15% des oiseaux de mer ont mangé du plastique ou ont alimenté leurs petits avec du plastique. Les billes de styro-



autour du cou de mammifères marins, lacérant leurs chairs, causant des infections ou limitant leurs capacités à manger ou respirer.

Les filets de pêche en plastique sont plus forts et plus fins que les filets traditionnels. Ça les rend quasi invisibles et indestructibles. S'ils sont perdus ou relâchés, ces filets continuent leur travail, capturant et tuant des poissons, des oiseaux, des mammifères.

### **Munitions**

Longtemps, les forces militaires ont disposé de leurs armes (incluant des armes chimiques)

désuètes, défectueuses, périmées ou excédentaires dans la mer. Bien que cette pratique soit désormais réglementée et qu'il ne soit permis de jeter des armes en mer qu'en cas d'urgence, l'application des lois semble encore inadéquate.



Le fond marin est tapissé d'épaves militaires, nombreuses contenant encore des armes non-explosées. Des épaves peu profondes (comme dans le lagon *Chuuk* de Micronésie) peuvent aussi exposer des plongeurs non-avertis à des munitions encore menaçantes.

### **La chaleur**

Ce peut sembler étonnant de considérer la chaleur comme un polluant, mais il le faut. Dans les eaux tempérées, la chaleur est bénéfique aux aquacultures. Elle en hausse la productivité. Mais dans d'autres circonstances, les effets de la chaleur peuvent être aussi désastreux que les produits chimiques. Une source de chaleur importante se trouve dans les systèmes de refroidissement des usines côtières et des centrales électriques. Dans les mers tropicales ou dans les eaux déjà chaudes, un apport supplémentaire de chaleur fait passer les eaux d'une température maximale à une température létale pour certaines espèces. Plusieurs espèces d'organismes ne peuvent encaisser d'écarts de température importants. 2 ou 3 degrés au-dessus de la moyenne peuvent les tuer.

mousse constituent un problème particulier à cause de leur ressemblance avec les œufs de poisson ou à du plancton.

Lorsqu'il est ingéré, le plastique s'accumule dans le tube digestif de l'animal, réduisant ainsi son appétit et son besoin d'ingérer des aliments valables. Il en découle un amaigrissement généralisé, une réduction de la croissance, des difficultés reproductrices, un amoindrissement des forces pour la migration. Le plastique peut aussi provoquer des ulcères d'estomac ou d'intestins ou entrer dans la chimie organique de l'animal, affectant ainsi la constitution de ses tissus, la qualité de ses œufs ou même son comportement.

Les attaches de plastique sont souvent trouvées



### **Introduction d'espèces exotiques**

L'accroissement de l'achalandage en marine marchande a de grands impacts sur l'économie mondiale, mais aussi – et de façon négative – sur l'environnement. Un des problèmes occasionnés par la marine commerciale est le rejet des eaux de ballast (utilisées dans les cales pour stabiliser les navires non complètement chargés).

Souvent, ces eaux contiennent des organismes – adultes, larves ou encore en œuf – qui peuvent être étrangers, voire nuisibles, à l'écosystème local. Parfois, ces organismes meurent, parce qu'ils sont incapables de s'adapter au nouvel environnement (à cause de la température, de la salinité ou de la prédation). Parfois, les visiteurs savent très bien, trop bien, s'adapter. Ils se reproduisent alors et s'implantent facilement parce qu'ils n'ont pas de prédateur naturel. Ils peuvent alors supplanter les espèces indigènes.

L'introduction d'espèces étrangères peut causer des dégâts irréparables. Les rivières, les lacs et les torrents sont particulièrement fragiles face à l'arrivée d'espèces étrangères. La moule zébrée (*Dreissena polymorpha* et *D. bugensis*) est un de ces invités indésirables que reçut le réseau des Grands Lacs et du St-Laurent (Amérique du Nord) en 1988. Les larves arrivèrent vraisemblablement d'Europe, dans les eaux de ballast. Les scientifiques pensent qu'elles seraient originaires de la Mer Noire ou du bas Dneiper près de l'Ukraine (port de Kherson / Nikolayev). En 1989, les moules se mirent à former des groupes denses – jusqu'à 30 000 individus par mètre carré / 25 083 indiv./verge carrée – envahissant les structures, bouchant des tuyaux. En plus des dommages matériels, la moule zébrée cause des problèmes écologiques importants.



Moule zébrée (*Dreissena polymorpha* et *D. bugensis*) dans les Grands Lacs, USA



Photo: courtoisie de Michigan Sea Grant

L'enjeu écologique des moules zébrées vient du fait qu'elles consomment les algues qui autrement serviraient de base à la chaîne alimentaire locale.

Bien que les eaux de ballast soient la voie royale d'introduction de nouvelles espèces, celles-ci ne sont pas à court de stratégies migratoires. Par exemple, les échanges entre aquarium ont introduit la plante aquatique hydrille (*Hydrilla verticillata*) dans le Sud-Ouest des États-Unis. Lorsque la plante put se trouver un accès au milieu naturel, sa population a explosé. C'est devenu un véritable fléau dans les eaux chaudes de la Floride. L'envahisseur a étouffé et remplacé presque toutes les plantes indigènes

qui tapissaient les fonds aquatiques de cette région.

Certains écologistes dénoncent que nous soyons en train de transformer la planète en un seul et unique écosystème uniformisé par l'extinction d'espèces et la diminution de la diversité. Ils dénoncent les transports rapides, la destruction d'habitats et l'introduction d'espèces étrangères comme autant de désastres envers plusieurs espèces. Alors que des changements environnementaux survinrent au cours des siècles, la marine marchande moderne a accéléré le rythme à un point tel qu'il est désormais difficile à tous de s'ajuster sans profondes altérations à la biosphère.

## GESTION DES PÊCHES

Pendant des millénaires, l'humain a cru que l'océan offrait des ressources inépuisables. Plus on avait besoin de nourriture pour la population croissante, plus on pêchait. Cependant, la décroissance des stocks visible dans les recensements et dans le tonnage des captures montre clairement que la mer n'est pas sans fin, ni ses ressources. La production marine a ses limites et la technologie nous permet désormais de pêcher jusqu'à l'épuisement de ces ressources.

Le biologiste américain Garret Hardin expliqua le phénomène de l'exploitation dans son article de 1968 intitulé « Tragedy of Common » que l'on traduirait par « Tragédie des biens communs ». Hardin y décrit une communauté rurale où chaque citoyen cultive la terre commune. Comme n'importe quel champ, cette terre ne peut supporter qu'un nombre limité d'organismes avant de s'épuiser et devenir stérile. Si chaque fermier estime qu'il peut ajouter une bête au pâturage pour son bien personnel, chacun ajoute un peu de pression sur la terre commune. Celle-ci sera rapidement dégradée. La conclusion de Hardin est que l'abus du bien commun par un seul ou par tous est une tragédie que tous doivent payer. L'océan, au-delà des frontières territoriales est souvent appelé le *bien commun*. Les ressources peuvent y être exploitées par n'importe quelle nation parce que personne (tous) ne la possède en propre. La pêche y est pratiquement non réglementée. Parce qu'il n'y a pas de sentiment de propriété légale les nations ne se sentent qu'un devoir moral de gérer la ressource. La tragédie du bien commun y est exposée, avec le visage de l'abus écologique.

### Pêcheries mondiales

Dans la plupart des pays développés, le poisson n'est pas la ressource principale, mais constitue plutôt un mets occasionnel. Néanmoins, ailleurs dans le monde, le poisson et les fruits de mer sont une ressource essentielle au quotidien. Le poisson fournit 18% de toutes les protéines consommées par l'humanité, c'est plus que le bœuf, la volaille, le porc et autres animaux combinés. On évalue à

un milliard le nombre d'humains dépendant directement du poisson comme source première de protéines. L'industrie de la pêche embauche 200 millions de personnes. En 2005, la pêche mondiale a tiré 142 000 tonnes des eaux, dont 80% de l'océan, 15% d'aquaculture et 5% des eaux douces. Au cours des 150 dernières années, les captures ont été multipliées 70 fois et la demande a tenu l'industrie sous pression. Selon la FAO (*Food and Agriculture Organisation*, un organisme de l'ONU), la flotte de pêche mondiale comptait 4 millions d'embarcations, soit une multiplication par 8 en 30 ans. Malgré cela, la pêche mondiale n'arrive pas à suffire.

### Le déclin

La pêche mondiale affronte des problèmes dus à l'environnement et au déclin des espèces. La pollution et la destruction des habitats nuisent à la reproduction. La surpêche reste néanmoins le principal problème, car on pêche davantage de poissons que la reproduction naturelle n'arrive à en fournir.



La FAO estime que 50% des espèces sont pleinement exploitées et que 25% sont surexploitées ou décimées. Des scientifiques prédisent la chute dramatique des stocks de poissons pour 2048.

Il est facile de penser que la surpêche est une affaire de pays en développement à cause de la pression économique et de la population importante. Néanmoins, la surpêche est un problème auquel doivent répondre toutes les nations, en développement ou développées. Cinq des huit régions de pêche sont sous haute pression (Nord-Est et Nord-Ouest Atlantique, Méditerranée, Nord-Est et Nord-Ouest Pacifique) sont sous juridiction de pays

développés.

Deux des trois autres (Centre-Est et Sud-Ouest Atlantique) sont dominés par les flottes de pays développés.

La France, l'Espagne, la Norvège, et la Russie dominent la



## La loi des mers

L'origine d'une loi des mers remonte à 1493 alors que le pape Alexandre VI édicta la *Bulle de démarcation*. La *Bulle de démarcation* divisait le *Nouveau monde* entre l'Espagne et le Portugal accordant aux deux puissances économiques des privilèges commerciaux en Orient et en Amérique.

Il se passa 116 ans avant que la réglementation internationale n'évolue vers une *loi des mers*. C'est en 1609, au chapitre 12 de son livre *Du Jure Praedae* (Commentaire sur la la Loi du Prix et du Butin) que le Hollandais Hugo Grotius' publia séparément sous le titre de *Mare Liberum* (La liberté des mers) un avis juridique. Cet ouvrage prend la défense du libre accès aux mers à toutes les nations.

Plus de cent ans après, on reprit l'idée et la réorganisa par la création du précepte de la limite territoriale à cinq kilomètres / trois milles des côtes – limite appelée *mer territoriale* – sur laquelle les nations côtières ont plein pouvoir. Au-delà de cette limite, les eaux sont sous le pouvoir d'aucune nation, c'est la *haute mer*. Depuis ce temps, les discussions légales ont fait de *Mare Liberum* et sa convention, une référence reconnue et la base à toutes les réglementations internationales sur les mers.

En 1945, la Proclamation de Truman a défié toutes les traditions quant aux lois des mers. Après la seconde guerre mondiale, de nouvelles technologies ont rendu plus accessibles les ressources pétrolières en haute mer du plateau continental des États-Unis. Ils se trouvaient au-delà des cinq kilomètres / trois milles. Afin de protéger ces ressources et s'en garder l'exclusivité, le président Harry Truman proclama unilatéralement l'annexion des ressources physiques et biologiques du plateau continental adjacent aux États-Unis. D'autres nations firent de même. Bien que cette proclamation n'eût aucun fondement légal dans la législation internationale, il y eut très peu de contestation; aussi devint-elle une référence à la future législation sur la propriété du plateau continental.

En 1953, la loi sur la propriété du Plateau continental (*Outer Continental Shelf Lands Act*) a été adoptée, donnant ainsi plein pouvoir au Gouvernement des États-Unis sur le plateau continental marin au-delà des 5 kilomètres / 3 milles. Cette loi fut partiellement motivée par le document appelé « *the Declaration on the Maritime Zone* » octroyant au Chili, à l'Équateur et au Pérou juridiction et propriété sur la mer, le fond marin et les ressources pétrolières jusqu'à 350 kilomètres / 200 milles de leurs côtes.

Les disputes ne tardèrent pas à éclore quant à ces changements majeurs apportés aux lois ancestrales. Les Nations Unies convoquèrent alors la « Conférence de Genève sur la loi des Mers » en Suisse. Commencées en 1958, ces discussions durèrent 24 ans, jusqu'à ce que les Nations Unies adoptent en 1982 la « Convention sur la loi des mers » (UNCLOS). En 1988, 140 pays avaient signé la convention en entier ou en partie. Celle-ci entra en vigueur en 1994.

La Convention établit l'exclusivité économique à un pays sur une zone s'étendant jusqu'à 370 kilomètres / 200 milles nautiques de sa côte. À l'intérieur de cette zone (EEZ, pour *exclusive economic zone*), un pays a plein pouvoir et pleine possession des ressources, sur l'activité économique, sur la protection de l'environnement. Les eaux se trouvant au-delà de l'EEZ sont considérées « Eaux internationales » et de droit commun, partagées par tous les citoyens du monde. L'effet direct de la Convention fut de remettre près de 40% des eaux océaniques entre les mains et aux soins de pays côtiers, conformément aux normes des l'EEZ.



### Onde de choc

La chute des pêcheries d'une région affecte le monde entier. Un tel cas est connu : celui de l'anchois péruvien. Alors qu'il était la plus prolifique du monde, la pêche à l'anchois péruvien s'est écrasée en 1972 à cause des fluctuations climatiques reliées à El niño (ondulation du sud). Cette chute de l'anchois coûta double prix au Pérou qui comptait alors sur l'exportation du poisson et sur celle du guano (fiente des oiseaux de mer qui, eux-aussi pêchent de l'anchois). La chute de l'anchois entraîna le pays dans une tourmente financière, le forçant à l'emprunt massif à l'étranger. Du coup, le monde entier s'est trouvé à court de protéines pour l'alimentation du porc et du poulet. Tout cela fit monter le prix de la viande partout sur la planète.

région centrale de l'Atlantique Est. La Corée est le seul pays en développement à y exploiter des navires de pêche. Le Japon, la Pologne, l'Espagne, la Russie et l'Afrique du Sud exploitent de vastes flottes de pêche en Atlantique Sud-Est. Seul Cuba y est présent en tant que grand pêcheur parmi les nations en développement. La seule exception se trouve en Pacifique Sud-Est où le Pérou et le Chili sont les principaux exploitants.

### Pêche accidentelle

La surpêche ne concerne pas seulement les poissons que vous voyez dans l'étal du poissonnier. La pêche commerciale actuelle rejette près de 24 millions de tonnes ( 27 mega-tonnes US) de poissons non-souhaités, d'oiseaux, de tortues, de mammifères et autres animaux marins chaque année en tant que « espèces non-souhaitées ». C'est le

*bycatch* anglais que d'aucuns appellent le *bykill*. Les prises accidentelles comptent pour un tiers des prises mondiales. C'est parfois un taux plus important encore. Par exemple, un pêcheur de crevettes rejettera près de 80% à 90% de ce que son filet rapportera au bateau. C'est dire que pour chaque kilogramme de crevettes que vous voyez dans l'étal, 8 kg de poissons ont été tués et rejetés dans la mer. Au cours des années 1980, les dauphins tués accidentellement dans les filets de pêche ont fait la manchette partout dans le monde.



Depuis, les pressions publiques, la législation de différents Gouvernements et des ententes internationales ont mené à la révision des pratiques. Ces changements ont contribué à réduire considérablement les captures accidentelles de dauphins. Même si des dauphins sont encore pris dans les filets à thon, cet épisode montre qu'il est possible de réduire les prises non-désirées en adaptant les méthodes de pêche.

### Méthodes de pêche

Les technologies modernes nous ont rendus trop efficaces à la pêche. À la faveur de la compétition et de la décroissance des stocks, l'humain a développé de nouvelles techniques – souvent plus dommageables – pour maintenir le tonnage de ses prises. Ces techniques consistent entre autres à la pêche au chalutier, à la congélation sur place et à l'allongement de la séance de pêche en haute mer (parfois plus d'un mois). Aujourd'hui, trouver du poisson n'est plus une affaire de chance ou de flair, mais une question de savoir exploiter l'information transmise par un radar, un sonar, des satellites et des avions.

- Parmi les pratiques les plus destructrices, notons :
- Longue-ligne : des lignes de pêches qui peuvent s'étendre sur 130 kilomètres / 80 milles avec des milliers d'appâts. Ces lignes permettent au bateau de rapporter d'énormes quantités de poisson. Des espèces non-souhaités et des oiseaux sont souvent pris au piège.
- Filets à lamelles / dérivant : des filets de 65 km / 40 milles de long (les plus courants). Ces filets très efficaces pour l'espèce ciblée le sont aussi pour les espèces non-souhaitées et les mammifères.
- Chalutage/à la senne en tandem : deux bateaux naviguent en parallèle, un filet étant tendu et immergé entre les deux bateaux, à profondeur idéale pour l'espèce choisie. C'est une technique récente et efficace
- Chalutage de fond / dragage : ces méthodes collectent tout ce qui se trouve au fond et abîment les structures en plus de brasser les dépôts de limon. Tout est attrapé, sans sélection d'espèce et les espèces non-désirées sont rejetées en grandes quantités. Les fonds qui ont subi ce traitement démontrent peu de biodiversité parce que les organismes ont peine à survivre à un tel traitement.
- Explosifs : des bombes, souvent de fabrication artisanale, explosent près des récifs, étourdissant ou tuant la plupart des poissons, désirés ou non, détruisant aussi tout ce qui avoisinait le lieu de détonation.

### Vous voulez pêcher? Apprenez les règles

Pêcher est une activité de loisir populaire. Elle l'est de plus en plus, d'ailleurs. Lorsque la pêche sportive est pratiquée selon les règles, elle ne devrait pas nuire à l'écosystème plus que la pêcherie de subsistance ne l'a affecté au cours des siècles. Cependant, avec l'augmentation du nombre d'adeptes augmentent aussi les risques d'abus. Si vous choisissez de pêcher, vous devez d'abord connaître les lois locales et les respecter. Soyez encore plus conservateurs que les règles ne vous le prescrivent; l'environnement en sera gagnant et vous aussi à long terme. Avant même d'appâter votre première ligne ou de tendre votre premier filet, assurez-vous de connaître et respecter ces règles de base :

- Un permis reconnu
- Limites de taille et de poids
- Limites quant aux espèces
- Heures permises
- Régions ouvertes
- Restrictions saisonnières
- Restrictions quant à l'équipement
- Procédure de prise et relâche



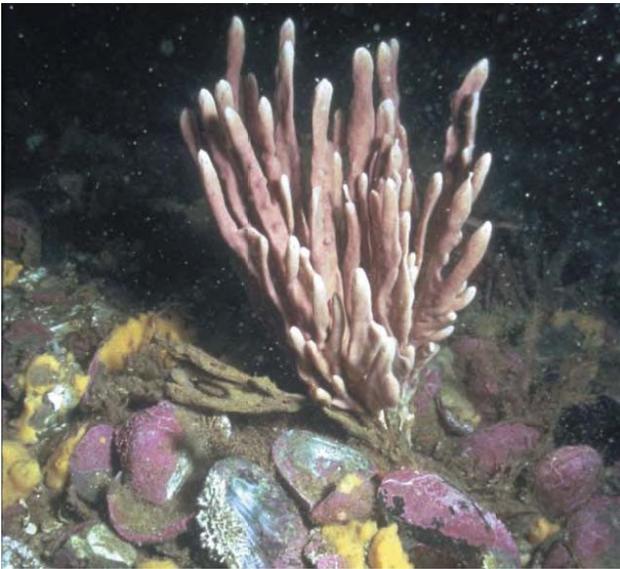


Photo: courtoisie de Peter Auster - National Undersea Research Center



Photo: courtoisie de Peter Auster - National Undersea Research Center

Fonds marins : sain (haut), endommagé par le chalutage (bas).

La mort des invertébrés, des jeunes poissons et du corail affaiblissent l'écosystème parfois au-delà de sa capacité à récupérer. Malheureusement, ces pratiques sont si répandues en certains endroits qu'on en parle comme d'une méthode « traditionnelle » (ancestrale).

- Poisons (souvent du cyanure) sont utilisés pour paralyser temporairement les poissons et les capturer vivants. Ces poissons sont ensuite vendus pour mettre dans les aquariums ou au marché du poisson vivant pour restaurants. L'usage de poisons est un enjeu important, surtout en Indo-Pacifique. Les poisons, habituellement, tuent 50% des poissons et affectent les récifs coralliens qui sont des lieux d'incubation et de croissance des nombreux poissons comestibles. On estime à 1 milliard de dollars (US) cette industrie qui prend 18-23 tonnes (métriques, 20-25 tonnes imp.) de

poissons chaque année, tuant autant sinon plus de poissons encore.

### Pêche au requin – la recette du désastre

La plupart des poissons se reproduisent plusieurs fois par année, pendant des dizaines – voire centaines – de milliers d'œufs. Ainsi, chaque espèce compte réchapper un nombre de survivants suffisant malgré une hécatombe annoncée. Les requins, pour leur part, ont une stratégie de reproduction très différente. Celle-ci varie selon les espèces. Des espèces sont *ovipares* (produisent des œufs qu'ils laissent hors du ventre de la femelle). D'autres espèces, comme le requin tigre, incubent les œufs dans le ventre de la femelle, mais hors de l'utérus. On appelle cette méthode : *viviparité aplacentaire*. Les petits naissent tout formés après l'incubation interne. Plusieurs requins se reproduisent comme les humains. Ils développent une enveloppe placentaire de laquelle ils reçoivent les aliments. On parle alors de *viviparité placentaire*.

La gestation – période de croissance comprise entre la conception et la naissance – des requins ressemble davantage à celle des mammifères



Oeuf encapsulé de requin

qu'à celle des poissons. Chez certaines espèces, la gestation dure plus de douze mois. C'est le spiny dogfish (*Squalus acanthias*) qui a la gestation la plus longue de tous les vertébrés, avec une durée de 20 à 24 mois.

De plus, les requins se développent lentement et atteignent la maturité sexuelle tardivement en comparaison à d'autres animaux. Le requin citron (*Negaprion brevirostris*), par exemple, nécessite 15 ans avant d'être sexuellement mature. Le requin sandbar (*Carcharhinus plumbeus*) - le plus pêché commercialement en Atlantique – demande 20 ans de maturation.

Au-delà de ces différences de gestion et de maturation, une chose est commune à tous les requins : ils produisent peu de petits. Pourquoi? Les requins ont peu de prédateurs. Pour survivre,

## Protégeons les requins

Les gens pensent souvent que les requins ne sont que de vilaines machines à tuer. Des films comme *Jaws*, des émissions de télé, des fictions aident aussi à entretenir ces erreurs. En fait, parmi les 400 espèces de requins connues, seules 21 peuvent être dangereuses pour l'homme. Ceux qui nagent avec les requins (en surface ou sous l'eau) courent un faible risque.

La foudre, les alligators (et crocodiles), les piqûres d'abeilles et les animaux de ferme – indépendamment – tuent plus de gens que les requins chaque année. Sur Terre, une centaine d'attaques de requin sont rapportées chaque année. D'entre elles, 15 sont mortelles. De fait, le requin est beaucoup plus menacé par l'homme que l'homme par le requin, car chaque année l'homme plus d'un million de requins.



Les requins ont besoin d'aide. Ils jouent un rôle vital dans l'écologie maritime. Sans eux les écosystèmes connaîtraient un déséquilibre critique. Il est désolant de constater que ces poissons puissent survivre 400 millions d'années et soient menacés d'extinction après seulement quelques siècles de chasse par l'homme.



Photo: courtoisie de Jeremy Stafford-Dietsch



donc, il convient de mettre toute l'énergie à la production de petits qui survivront.

Le problème est que l'humain est devenu un sérieux prédateur et cette stratégie reproductrice ne peut suppléer aux nombreuses captures. Pêcher les requins avant qu'il n'ait pu se reproduire, c'est signer la mort d'une espèce. Pour ajouter à leur malheur, des espèces de poissons se reproduisent près de côtes. Les jeunes requins y restent pendant des années. La survie d'une population en santé dépend aussi de la conservation de ces habitats déjà affectés – voire menacés – par l'humanité. Une autre

menace pèse sur la survie des requin : la tendance qu'ont certaines espèces, comme le requin bleu (*Prionace glauca*), à se tenir en groupe de même sexe. Ainsi, la pêche retire des eaux, d'un seul coup, un nombre important de femelles, laissant peu d'espoir pour l'espèce. Historiquement, la pêche au requin de grande taille n'a pas fait de bien. Le marché du requin existe encore. Néanmoins, il est difficile de connaître le nombre de captures annuelles dans le monde. On estime qu'entre 30 et 100 millions de requins sont tués chaque année. Tristement, une part importante de ceux-ci ne sont pêchés que pour leurs nageoires (caudale, dorsale, pectorales), le reste étant gaspillé. Il arrive même qu'on laisse coulé le poisson estropié alors qu'il vit encore.

La pêche au requin n'est presque pas réglementée. Il n'y a aucun plan de pêche international. En 2008, seuls 4 pays (États-Unis, Afrique du Sud, Australie, Royaume-Uni) avaient un plan de pêche pour le requin. Plusieurs autres pays se prennent en main. En 1998, le Gouvernement des Maldives a banni (pour 10 ans) la pêche aux nageoires de requin dans 7 de ses îles touristiques, disant par ailleurs que le requin occupe une place plus importante dans l'économie locale que l'agriculture. Même dans les pays qui ont un plan de gestion, certaines espèces de référence n'arrivent même pas à reconstruire une population forte. Les scientifiques appellent à une réduction des captures. Certains pensent que seul l'arrêt complet de la pêche aux requins leur permettra de reconstruire une population viable chez les grands requins côtiers.

Le problème est qu'aucun plan de pêche ne peut fonctionner sans l'appui du public. Par le biais de programmes éducatifs comme *Protégeons les requins*

de *Project AWARE*, les gens peuvent en apprendre plus à propos des requins et leur contribution à la santé des océans. Les gens y apprennent aussi quoi faire pour les protéger.

### **Aménagement responsable**

Avec le déclin des captures et la surpêche traditionnelle (ou la pêche à capacité), la reconstruction de stocks dépend désormais d'une meilleure gestion des pêches. Néanmoins, les seules pratiques améliorées ne peuvent arriver à tout régler, car d'autres facteurs influencent le développement et la survie des différentes espèces.

La perte des terres humides côtières, d'estuaires, de récifs ou d'autres formes de destructions d'habitat annulent les possibilités de se reproduire de nombreuses espèces et interfèrent dans leur croissance. Peut-être le pas le plus important qui pourrait être fait dans la gestion

des ressources serait de restaurer les écosystèmes détruits ou endommagés.

Comme dans tous les dossiers relatifs à l'écologie, la restauration des stocks de poisson nécessite des actions concertées aux plans local, national et global. Certaines initiatives globales sont en cours d'élaboration. Deux d'entre eux sont issus des Nations Unies et s'intitulent « Entente sur les stocks de poisson » et « Code de conduite de l'Organisation Mondiale de l'Alimentation et de l'Agriculture (FAO) ». Ces deux traités ont été adoptés en 1995.

Chaque traité offre un bon potentiel de solution à la crise actuelle des pêcheries, mais seulement la moitié des membres de l'ONU les ont ratifiés ou endossent le principe. Évidemment, rien ne bougera à la faveur des stocks de poissons tant que tous les pays ne se mettront pas d'accord ni ne chercheront sérieusement à résoudre le problème.



En plus de l'ONU, des organisations non-gouvernementales travaillent à la cause des pêcheries mondiales. Mentionnons ici le *World Wildlife Fund (WWF)* et le *Marine Fish Conservation Network* qui s'attardent à bâtir des plans de pêcheries durables. Les principes du WWF incluent :

1. Établir des quotas internationaux quant aux stocks de poissons à conserver et établir des standards internationaux de gestion
2. Offrir d'amener des solutions alternatives aux chaluts, aux filets traînant, aux longues-lignes.
3. Réduire les incitations à la pêche non-durable
4. Protéger et restaurer des habitats marins
5. Réduire les pêches accidentelles et les pêches non-ciblées d'au moins 20% de 1995 à 2005

Puisque les lois changent lentement et leur dispersion dans le monde est difficile, les actions locales revêtent une importance majeure. Chaque individu peut influencer le mode de gestion des pêches en se joignant à des groupes de pression qui travaillent de pair avec les scientifiques pour établir des plans de pêche. Plus personnellement, vous pouvez vous-même agir en vous informant sur la provenance des produits marins que vous achetez, en sensibilisant votre entourage et votre poissonnerie, en pêchant de façon respectueuse de l'environnement.

#### **Choisir judicieusement ses fruits de mer**

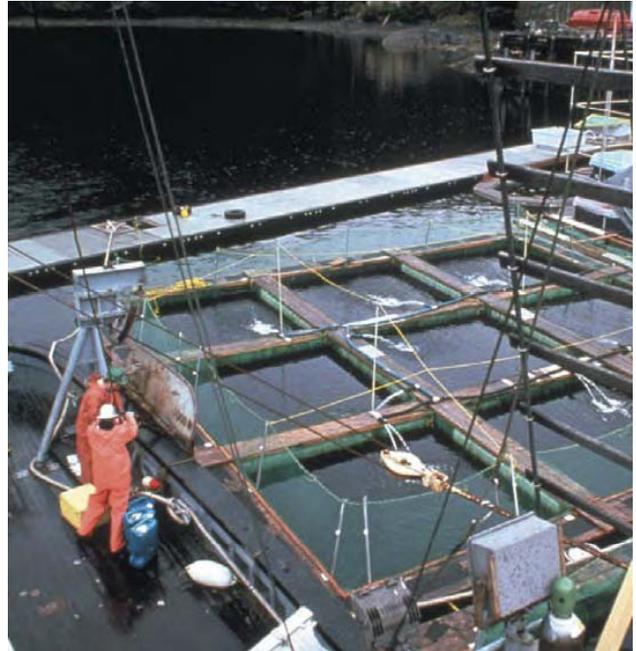
Faire des choix judicieux, c'est essentiel, mais c'est parfois difficile, considérant la masse immense d'informations à traiter. Certaines espèces endurent mieux la pression que d'autres. Un guide d'achat durable peut vous aider à faire vos choix. Trouvez-le sur [projectaware.org](http://projectaware.org)

#### **Aperçu de l'avenir**

En réponse au déclin des stocks et à l'augmentation des captures d'espèces non-traditionnelles comme le capelan, le sprat ou la goberge. Ce changement augmente la productivité, mais crée de nouveaux problèmes sur le marché parce que les consommateurs sont attachés aux espèces

qui leur sont familières. Ces changements peuvent aussi créer des problèmes aux espèces traditionnelles tandis que nous ignorons encore les interactions qu'elles entretiennent.

D'autres gens pensent que la solution à la surpêche se trouve dans la culture marine. L'*aquaculture* offre l'espérance de réduire la pression exercée sur les espèces prisées. Depuis 1960, la culture de poisson (pisciculture) et celle de moules (mytiliculture) s'est multipliée par trois.



Cependant, l'aquaculture n'est pas sans causer de problème. Plusieurs piscicultures sont installées dans de petits étangs et génèrent une forte concentration de déchets. Aussi, la proximité et la densité de ces populations de poissons en fait des proies faciles aux maladies, aux problèmes nutritionnels. Ainsi, les cultivateurs sont amenés à utiliser des stéroïdes, des vitamines ou des antibiotiques. Ces substances se propagent ensuite dans la nature sans que nous en connaissions les conséquences à longs termes. L'autre problème de ces cultures est leur occupation de territoires sensibles comme la côte, les mangroves ou terres humides qui s'en trouvent totalement détruits. C'est précisément le cas de la culture de crevettes en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est.

## Dégradation des côtes et des milieux humides



Photo : courtoisie de Mort / Alese Petcher



Photo: courtoisie de Dana Point Historical Society

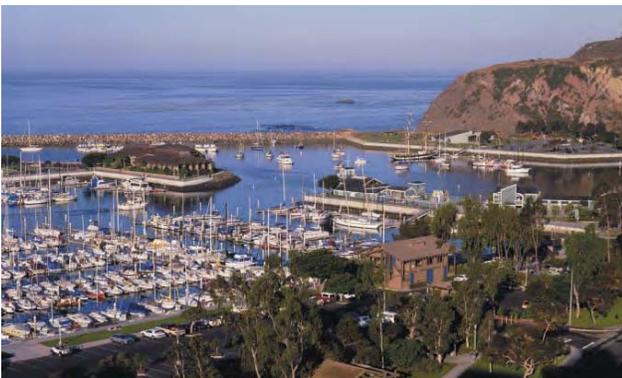


Photo: courtoisie de Cliff Wassman

Zone côtière avant (en haut) et après (en bas) le développement d'un havre portuaire.

Environ les deux-tiers de la population humaine mondiale vit près des côtes océaniques. Dans les pays développés, c'est motivé par le désir, dans les pays en développement, c'est motivé par la nécessité (emploi et alimentation). Aux États-Unis, 70% de la population vit à une heure de route de la côte. La plupart des mégapoles se trouvent sur la côte elle-même.

Ce n'est donc pas une surprise que les eaux côtières reçoivent la plus grande portion des déchets dérivants (d'origine terrestre) allant des égouts aux produits toxiques. En plus des polluants, les côtes souffrent de la construction humaine qui change sa nature. Jetées, murets, quais et ponts interfèrent avec l'eau et la côte, avec les échanges entre côte et eau et avec la circulation des sédiments. Ceci perturbe le transport des sédiments le long des côtes, occasionnant érosion et autres formes de dérangement.

Parce que les côtes sont vues comme des attraits par le marché immobilier, les estrans, marais et plages sont remblayés pour y installer des maisons, entreprises ou même des aéroports. Les estuaires font face au double danger de l'occupation et du dragage pour en faire des ports ou de chenaux. Parmi les autres menaces aux milieux humides,

## La diminution des ressources en eaux douces

La demande excessive, à cause de la croissance de la population, est responsable de l'abaissement des ressources en eau dans les nappes souterraines, la réduction des mers intérieures, des lacs et estuaires, de la dégradation de la qualité de l'eau et l'altération de ses cours. L'assèchement des terres, l'urbanisation et l'usage destructeur des terres (comme la déforestation ou le sur-pâturage) sont autant de pratiques humaines qui affectent les écosystèmes d'eau douce. Le rejet d'égouts sanitaires et d'autres formes de pollution transforment des ressources en soupe toxique inutilisable.

Lorsque les eaux souterraines sont pompées vers la surface à rythme trop élevé ou qu'un cours d'eau est dévié ou réduit en débit, les conséquences peuvent être très graves. Les mares, marais et autres milieux humides sont asséchés et les terres surplombant ces eaux peuvent s'affaisser ou se contracter entraînant des bris aux rues, édifices ou constructions humaines.

Voici quelques exemples :

### - *La mer Aral, au bord du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan*

Jusqu'à récemment, la mer Aral était le quatrième plus grand lac au monde. C'est encore une masse d'eau importante. Un pompage démesuré en a réduit la surface de 40%. L'eau qui se déversait autrefois dans la mer est désormais utilisée dans l'irrigation des champs de coton et de riz en Ouzbékistan, au Kazakhstan, au Turkménistan et au Tadjikistan. La réduction des affluents a ainsi fait baisser le niveau de la mer Aral de 18 mètres / 59 pieds depuis 1960.

### - *La mer Caspienne*

On y a observé une baisse de 3 mètres / 10 pieds au cours des 50 dernières années. Cette baisse est essentiellement due au barrage de ses affluents et à l'irrigation de la Volga. Son niveau continue de baisser.

### - *Nord et Est de l'Afrique*

Au moins dix pays vivent avec de graves pénuries d'eau. L'Égypte vit déjà au bord de la limite de son approvisionnement vital depuis le Nil tandis que les nations occupant le haut du bassin versant du Nil (pays au Sud) s'accaparent les ressources aquatiques.

### - *Chine*

Un tiers des principales rivières chinoises sont polluées au-delà d'un niveau sécuritaire. Cinquante villes font face à d'importantes pénuries. Le niveau de la nappe phréatique sous Beijing baisse à raison de deux mètres / six pieds par année. Les agriculteurs de la région de Beijing perdent trente à quarante pourcents des eaux au profit de l'industrie et de l'usage domestique.

### - *Inde*

Des dizaines de milliers de villages font face à des pénuries et envisagent le détournement de l'eau du Brahmapoutre. Ces actions font craindre la pénurie au Bangladesh. Des quartiers entiers de New Delhi n'ont de l'eau que quelques heures par jour.

### - *Amérique latine*

Presque toutes les villes et industries jettent encore leurs eaux usées directement dans les rivières avoisinantes. La ville de Mexico s'affaisse parce qu'on y puise l'eau souterraine plus rapidement qu'elle ne s'y renouvelle, jusqu'à 40% dans certains secteurs.

### - *Moyen Orient*

La pénurie d'eau est imminente dans tous les pays de la région, sauf en Israël et en Jordanie, pays qui se sont imposés une discipline sévère quant à l'usage de l'eau. La Syrie perdit un apport d'eau douce important lorsque la Turquie construisit son imposant barrage Atatuk.

### - *États-Unis d'Amérique*

Un cinquième des terres irriguées le sont par sur-pompage des eaux souterraines. Trop d'eau est drainée depuis près de la moitié des rivières de l'Ouest du pays. La soif des villes qui achètent les droits des agriculteurs exacerbe le problème.

mentionnons : le mauvais usage des berges (comme par la déforestation pour les billots ou pour l'agriculture), disposition des boues de dragage mal gérée, remplissage, construction de barrages, destruction des dunes. Tout cela contribue à la disparition rapide des zones côtières.

Dans les pays tropicaux, la destruction des mangroves est un sérieux problème.

« Mangrove » est un mot générique décrivant une variété d'écosystème tropicaux côtiers où dominent certains arbres et arbustes croissant dans l'eau salée. Il fut un temps où 65 à 70% des côtes tropicales étaient couvertes de mangrove.

Aujourd'hui on estime qu'il ne reste pas 50% de cette couverture et que les mangroves disparaissent plus rapidement que les forêts tropicales.

En plusieurs endroits d'Asie du Sud-Est et d'Amérique du Sud, les mangroves sont détruites pour faire place à des étangs d'aquaculture ou pour transformer le bois en charbon ou bois de chauffage.



### Gestion des zones côtières



C'est évident que la mauvaise gestion ou l'usage erroné des terres cause un grand nombre de problèmes, tant près des eaux douces que salées. C'est pourquoi il est important de considérer la zone côtière dans son ensemble – autant la côte que le bassin versant – et de le gérer avec une vue d'ensemble plutôt qu'en parties. Plusieurs pays, désormais, reconnaissent que cette

approche de la zone côtière est nécessaire et ces pays entreprennent des virages dans leur gestion des eaux et des côtes.

Par exemple, 1972 a vu naître aux États-Unis le *United States Coastal Zone Management Act* (CZMA). Par le biais d'incitatifs économiques le CZMA encourage (mais n'exige pas) les états côtiers à prendre partie active dans la protection

de leurs côtes. Le CZMA tente aussi d'augmenter l'engagement et la constance des États côtiers quant à leur façon de gérer leurs ressources.

Un autre traité important a été adopté par les États-Unis en 1972, le « Marine Protection Research and Sanctuaries Act », qui permit à l'État fédéral de désigner des zones de recherche, de protection et de loisir selon une philosophie dite *d'usages multiples*. Cette philosophie reconnaît que les multiples usagers de la côte doivent avoir voix au chapitre décisionnel quant à la protection de la zone côtière.

Chez vous aussi, au plan local, vous pouvez influencer la politique et faire en sorte que des lois de gestion responsable des zones côtières soient adoptées, faire en sorte qu'on tienne compte de l'écologie dans les décisions économiques ou d'aménagement du territoire.

Même si cela semble n'être qu'une petite voix, on connaît de nombreux exemples d'action terre-à-terre qui aboutissent des solutions écologiquement responsables pour répondre à des problèmes sérieux. Par exemple, la compagnie Mitsubishi était engagée avec le Gouvernement mexicain dans l'exploitation de mines salines (*Exportadora de Sal S.A. de C.V. (ESSA)*). Elle voulait augmenter sa production de sel dans l'État de Baja California. Pour ce faire, Mitsubishi devait empiéter sur le lagon San Ignacio, une des dernières pouponnières de baleines grises. Suite à des discussions politiques, des études scientifiques et d'autres raisons, le consortium décida de ne pas construire l'usine de sel. Une de ces raisons était la contestation animée de nombreux groupes environnementalistes parmi lesquels *Project AWARE Foundation*. Face aux forces de développement, l'engagement public dans la

protection de zones aquatiques et marines peut contribuer à trouver un usage durable de l'environnement aquatique. Un bel exemple de cela se trouve dans le sanctuaire *Blongko Marine*, en Indonésie (à Minahasa, Sulawesi du Nord). Initialement supporté par USAID et Proyek Pesisir (un organisme de développement des ressources côtières), le sanctuaire est né du travail des villageois de Blongko après qu'il eussent vu une initiative semblable réussir autour de l'île Apo. Les villageois de Blongko



Réserve de l'Estuaire, Caroline du Nord (USA)

se réunirent et passèrent du statut d'usager au statut de gestionnaire de l'environnement local. Ils adoptèrent une vision de développement durable. Ceci est un bel exemple de prise en main locale qui a des impacts importants dans la protection de l'environnement.

Une autre façon d'apporter votre soutien aux projets d'aménagement durable est

de pratiquer l'écotourisme. Vous choisissez alors votre lieu d'hébergement en vous souciant de choisir une entreprise qui se préoccupe de l'environnement. Un exemple de cela se trouve dans les groupes d'habitations de Maho Bay. Situés dans les Iles Vierges (USA), à St-Thomas, Maho Bay consiste en un réseau de 4 centres de villégiature distincts. Là, on en prend soin de recycler le verre, l'aluminium, les emballages, le papier, l'eau de pluie et les eaux brunes. On y entretient un verger biologique en l'enrichissant au compost. On y produit aussi de l'énergie dite « alternative ». Tous les édifices y sont construits de manière à en réduire leur impact écologique, ils sont dits « verts ». Le centre de villégiature *Maho Bay* est fier de se faire un bon voisin aux habitants de l'île, en intégrant de saines pratiques environnementales dans la gestion quotidienne de leurs services. Ce type d'éco-tourisme gagne en popularité. Chaque fois qu'une entreprise fait ainsi, c'est le milieu marin et aquatique qui y gagne.

## Mesures internationales

En plus des efforts de l'ONU et des efforts d'États côtiers, une concertation internationale se met en place depuis quelques décennies. Voici un survol historique des principales mesures mises en place :

**1972** : Convention de Londres sur la prévention de la pollution aquatique par le rejet de déchets ou autres matières (aussi connue comme *Ocean Dumping Convention* ). Elle interdit le rejet de plastiques persistants.

**1973** : Convention internationale de Londres sur la pollution de la marine (aussi connue comme *Marine Pollution Convention*). Elle établit des règles contrôlant le rejet d'huiles, de matières emballées, d'égouts et de déchets. Modifiée en 1983, elle inclut un moratoire sur le rejet de matières faiblement radioactives.

**1973** : Convention Internationale pour prévenir la pollution (MARPOL). Elle régit les rejets, par les navires : d'huiles, de liquides toxiques, de matières dangereuses, d'égout et de déchets.

**1980** : Le programme environnemental de l'ONU (UNEP), l'Union Internationale de Conservation de la Nature et des Ressources Naturelles (IUCN), aussi connue sous le nom de *World Conservation Union* et la Fondation Mondiale de la Nature (WWF) produisirent conjointement un document intitulé « La Stratégie Mondiale de Conservation ». C'est un plan d'action présentant les conclusions et recommandations de 700 scientifiques et

La décharge de plastique ou de déchets contenant du plastique dans l'eau est interdite. La décharge de déchets, quels qu'ils soient, est interdite dans les eaux navigables des États-Unis d'Amérique et dans les autres eaux à moins de trois milles marins de la côte la plus près.

La décharge de matériels de doublure, rembourrages ou emballages qui flotte est interdite à moins de 25 milles marins de la côte la plus près.	Les autres déchets d'origine sous-terrain peuvent être déchargés au-delà de 12 milles marins de la côte la plus près.	Les autres déchets terrestres – jusqu'à un pouce de long – peuvent être déchargés au-delà de 3 milles marins de la côte la plus près.
--	---	---

Toute personne enfreignant les règles ci-haut s'expose à des contraventions civiles allant jusqu'à 25 000\$, une amende allant jusqu'à 50 000\$ et l'emprisonnement jusqu'à 5 ans durant pour chacune de ses fautes. Des lois, règlements ou règles local sur la décharge de déchets peuvent aussi s'appliquer de surcroît.

*Plaque d'au moins 8m / 26 pi. devant être affichée sur tous les navires battant pavillon des États-Unis. Loi MARPOL annexe V*

visant à établir une stratégie mondiale de gestion des ressources naturelles, incluant des procédures s'adressant aux nations pour qu'elles développent leur potentiel économique sans détruire les ressources.

**1991** : Le protocole de Madrid sur la protection de l'environnement antarctique décrit comment devrait être protégé l'environnement de l'Antarctique et établit clairement les règles de la présence humaine sur ce continent. Il bannit l'exploitation de mines, l'exploration pétrolière pour au moins 50 ans. Il désigne le continent entier et ses écosystèmes maritimes dépendants comme une réserve naturelle dédiée à la paix et aux sciences.

## TRAVAILLER ENSEMBLE

En 1974, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN - *World Conservation Strategy*), lança le programme des mers régionales (*Regional Seas Programmes*) afin d'encourager les pays bordant les mêmes eaux à trouver des solutions régionales aux problèmes marins les touchant. Depuis, les nations qui bordent un même plan d'eau travaillent ensemble afin d'agir en fonction des besoins spécifiques à cette mer qui les relie. L'UICN a ainsi établi treize régions, regroupant 140 pays. Les 13 régions sont :

- Mer noire
- Caraïbes
- Mers de l'Est asiatique
- Est africain
- Koweït
- Méditerranée (plan bleu)
- Pacifique Nord-Ouest
- Mer Rouge et golfe d'Aden
- Mers du Sud asiatique
- Pacifique Sud-Est
- Pacifique Sud
- Atlantique Sud-Ouest
- Centre et Ouest africains

## Questionnaire

1. Quelles sont les principales sources de pollution de l'environnement aquatique? (choisir toutes les réponses convenant)
  - a) Propulseurs, hydrocarbures et biocides
  - b) Surplus agricoles ou industriels
  - c) Rejets ou boues de dragage industriels, municipaux, ou agricoles
  - d) Accidents maritimes, rejets d'eaux de ballast, d'eaux brunes ou de déchets.
2. Vrai ou Faux. La plupart des huiles entrant dans les milieux aquatiques viennent de la terre, du ruissellement des stationnement (ou structures) et des usines de traitement des eaux usées.
3. Le plastique dans l'environnement (choisir toutes les réponses convenant)
  - a) Est parfois confondu avec la nourriture par des animaux
  - b) Ne se dégrade pas avant des centaines d'années
  - c) Attrape ou étrangle des poissons, mammifères ou oiseaux
  - d) Flotte toujours et s'évade de rives
4. Vrai ou Faux. Parce qu'il n'y a pas de sentiment de propriété légale, les nations se sentent souvent peu de responsabilité morale quant à la gestion de ses ressources (pourtant limitées).
5. Vrai ou Faux. La pêche fait face à de diminutions de prises à cause de la pollution, de la destruction d'habitats et de la surpêche.
6. Les prises accidentelles peuvent inclure (choisir toutes les réponses convenant)
  - a) Oiseaux marins et mammifères
  - b) Tortues
  - c) Poissons espérés
  - d) Poissons non-souhaités
7. Quelles sont les plus destructrices des pratiques de pêche actuelles?
  - a) Longues lignes
  - b) Poisons
  - c) Explosifs
  - d) Pêche à la mouche
8. Approximativement quelle part de la population mondiale vit près des côtes?
  - a) 1/3
  - b) 1/2
  - c) 2/3
  - d) 3/4
9. Vrai ou Faux. Les milieux humides des côtes sont souvent détruites parce qu'elles ont une grande valeur économique sur le marché immobilier.
10. Quelles sont les pas à franchir pour conserver les stocks de poissons, selon les organisations environnementales? (choisir toutes les réponses convenant)
  - a) Établir et renforcer des quotas internationaux minimum de conservation et des standards d'aménagement
  - b) Réclamer des alternatives aux agrès destructeurs
  - c) Réduire les incitatifs économiques sur la pêche non-durable
  - d) Protéger et reconstituer d'importants habitats marins
  - e) Réduire les prises accidentelles
11. Un aménagement côtier efficace comprend :
  - a) Une gestion du bassin versant
  - b) Une gestion de la côte
  - c) Une gestion des eaux
  - d) Toutes ces réponses
12. La Convention sur la Prévention de la Pollution Marine (MARPOL) régleme quels rejets venant des navires? (choisir toutes les réponses convenant)
  - a) Huiles
  - b) Liquides toxiques
  - c) Matières dangereuses
  - d) Déchets et égouts.

*Avez-vous répondu ...*

1. a,b,c,d; 2. Vrai; 3. a,b,c; 4. Vrai; 5. Vrai; 6. a,b,d; 7. a,b,c; 8. c; 9. Vrai; 10. a,b,c,d,e; 11. d; 12. a,b,c,d ?

An aerial photograph showing a water treatment facility. A large black pipe runs from the top left towards the center, discharging into a large body of water. The water is a murky, brownish-green color. In the background, there are several rectangular basins and a road with a red truck and a white car. The surrounding area appears to be a mix of natural and developed land.

**6 Eaux troubles**  
Autres milieux aquatiques dégradés

TROUBLED WATERS —  
OTHER DEGRADED AQUATIC  
ENVIRONMENTS

## Chapitre sixième

### Eaux troubles – autres milieux aquatiques dégradés

---

Les régions du monde les plus mal traitées

- La mer Méditerranée
- Le détroit de Malacca
- La mer du Nord
- La mer Baltique
- Le golfe Persique
- La mer des Caraïbes

Contenu essentiel

*Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :*

1. Quelles sont les régions les plus mal traitées du monde?
2. Quels sont les facteurs principaux qui font en sorte que ces régions soient si mal traitées?

### LES RÉGIONS LES PLUS MAL TRAITÉES DE LA PLANÈTE

À un certain degré, on pourrait dire que toutes les eaux douces ou salées de la planète font face à la menace environnementale. Cependant, les problèmes, leurs effets et l'ampleur de leurs conséquences varient selon les régions. Il ne faut pas se surprendre de trouver près des régions les plus mal en point de fortes concentrations de population humaine et une intense activité maritime.

Plusieurs des régions affectées continuent pourtant de supporter l'alimentation des populations locales par leurs ressources tant économiques que récréatives bien que l'incapacité de ces eaux à maintenir le rythme de croissance actuel fasse réfléchir. Quelques unes de ces régions offrent encore de beaux sites de plongée (scaphandre ou apnée) et constituent des pôles touristiques importants. Leur popularité en constitue parfois un facteur de déclin.

Selon le Programme Environnemental de l'ONU (UNEP), les régions marines dont l'état est le plus mauvais sont les suivantes :

- Mer Méditerranée
- Détroit de Malacca
- Mer du Nord
- Mer Baltique
- Golfe Persique
- Mer des Caraïbes

Par chance, les écosystèmes maritimes montrent une étonnante capacité à récupérer, moindrement qu'on leur en donne la chance. Cependant, avant même que ne puisse se restaurer un écosystème, nous devons corriger ou minimiser notre mal-traitance environnementale. Ensuite, le milieu se trouvera du temps pour récupérer. L'état actuel des régions nommées est préoccupant, mais non sans espoir.

## La mer Méditerranée

La civilisation humaine a vécu aux bords de ce que les Romains appelaient la *Mare Nostrum* (notre mer) pendant des millénaires. Tout au long de l'histoire, l'humanité a rejeté des déchets à la mer Méditerranée. Celle-ci pouvaient encore les « traiter ».

De nos jours, cependant, l'aptitude à « traiter » les déchets de la Méditerranée a atteint ses limites.

Les eaux brunes de 120 villes côtières sont jetées à la mer sans traitement ou suite à un traitement insuffisant. Chaque année, des milliers de tonnes de produits chimiques d'origine industrielle ou agricole y sont jetés. Constamment, on enregistre de hauts



taux de pollution un peu partout en Méditerranée, incluant la mer Adriatique au Nord, la baie Elvezis en Grèce, la baie Izmir en Turquie, le lagon Tunis en Tunisie et la rive d'Alexandrie en Égypte.



Les six régions les plus touchées par l'humanité

## Le pétrole

Le pétrole est un problème majeur, en Méditerranée. Bien que cette mer ne couvre qu'un pourcent (1%) de la surface des océans terrestres, 22% (544 millions de tonnes, 600 millions de t. impériales) du pétrole mondial y transite chaque année. On évalue à 453 592 tonnes (600 000 tonnes impériales) de produits pétroliers sont déversés dans les eaux méditerranéennes chaque année par accident ou par manutention (surtout de ballast). À cela il faut ajouter les 226 796 tonnes (250 000 t. imp.) de polluants à base de pétrole qui y trouvent leur chemin depuis la terre ferme.

Le transport contribue aussi à la pollution de la Méditerranée et, par extension, affecte l'industrie principale de la région : le tourisme. L'huile se trouvant dans les eaux de ballast ou dans les fonds de cale, les décharges d'huile et le nettoyage des pétroliers sont autant de plaies pour les plages Méditerranéennes.

La pollution par l'huile affecte aussi la pêche altérant des nageoires, amollissant des coquilles des espèces habitant près des ports espagnols, italiens ou français. Le pétrole a exterminé le homard à épines des eaux tunisiennes; a endommagé les pouponnières à bonitos et maquereaux des côtes turques; a grièvement réduit le cheptel halieutique du golfe de Naples et des lagons Gagliari et vénitien. Un des pires exemples est celui de la bay Trieste à Muggia. Cette baie était un paradis. La pollution pétrochimique en a fait un désert, au sens biologique du terme.

La spécificité de la Méditerranée, en tant que mer presque fermée (ouverte seulement sur l'Atlantique par le détroit de Gibraltar) en fait un cas environnemental unique. En effet, ses eaux ne peuvent être régénérées rapidement ni ne peuvent-elles diffuser les polluants. Il faut entre 80 et 100 ans pour renouveler toute l'eau de la Méditerranée.

## Autres polluants

La pollution est un dossier sensible pour les zones côtières parce que les polluants entraînent la contamination des aliments, de l'eau



et favorise les maladies comme l'hépatite, la dysenterie, la typhoïde, le choléra. Aujourd'hui, plusieurs plages sont périodiquement fermées à cause du danger à la santé qu'elles portent. Il est dangereux de consommer les fruits de mer de certaines régions. Les efflorescences d'algues ou les bas taux d'oxygénation des eaux de certains lagons ou estuaires en font des secteurs virtuellement « morts ».

La destruction d'habitat et la pollution a pris une importance nouvelle en Méditerranée lorsqu'une hécatombe de dauphins fut observée et que le phoque moine (*Monachus monachus*) a acquis le statut de « en danger critique d'extinction ». Le phoque moine ne subsiste maintenant que sur quelques îles grecques isolées, la côte turque de l'Égée. Quelques individus se trouvent aussi en Tunisie et en Algérie.

Les rejets industriels sont un autre dossier important de la Méditerranée. Les eaux se trouvant près de grandes villes présentent désormais de haut taux de métaux lourds et de contaminants industriels.

## Les guerres

L'interruption des relations diplomatiques a aussi pour conséquence de briser la coordination des efforts environnementaux. Les soucis politiques ou sociaux prennent le pas sur l'environnement quand vient le temps des décisions relatives à la santé globale de la région.

## Le détroit de Mallaca

Le détroit de Mallaca est une petite région d'Indonésie situé entre Sumatra et l'ouest de la



Malaisie. C'est le passage le plus rapide reliant l'océan Indien et la mer de Chine (secteur sud). C'est un lieu de tous les dangers environnementaux. Presque tous les pétroliers du golfe persique à destination du Japon y circulent, car les importations japonaises de pétrole viennent à 85% du Moyen Orient. C'est un trafic de pétroliers gigantesque.

Plus de 4300 pétroliers pleins, soit 272 millions de tonnes (300 million de t. imp.) de produits pétrochimiques passent par le Mallarca chaque année. La congestion résulte inévitablement en accidents et en déversements. En huit ans, on compta 43 accidents impliquant des pétroliers et 10 déversements. En plus des déversements accidentels, il faut aussi mentionner que les bateaux vident leurs huiles usées dans l'eau

au moment de s'engager dans le partie Est du détroit. Ils font cela parce que le détroit est peu profond et veulent éviter de toucher le fond; ils

allègent donc l'embarcation et remontent la ligne de flottaison. Ceci réduit aussi la résistance. Certaines environmentalistes pensent que ces huiles déversées entrent ensuite dans le détroit par la force du vent et du courant, polluant des zones productives en poissons.

Un autre grand enjeu : Singapore se trouve à l'extrémité Est du détroit et compte parmi les plus grands centres de raffinage du monde. Avec les raffineries viennent aussi les déversements

Photos: courtoisie de John Boyer (ci-haut), de Andy Muir (à droite)



et les accidents lors de procédures d'accostage. Les plages du détroit sont souvent souillées de goudron et – sans surprise – la productivité des pêcherie est en déclin.

## La mer du Nord

La mer du Nord a toujours été des mers les plus fréquentées. Les détroits de Dover et la partie Sud de la mer du Nord sont des passages très achalandés. Le dragage et la décharge de ses



Photo : courtoisie NOAA

sables, de même que les plate-formes pétrolières abondent dans la mer du Nord.

Les prolifiques bancs de poissons sont intensivement exploités.

### *Déchets*

Plus de 30 millions de personnes vivent dans ce secteur fortement industrialisé. Les rejets de la société humaine se retrouvent dans la mer du Nord par diverses voies. Les affluents ont un bassin versant total de 850 000 kilomètres carrés (331 500 mi<sup>2</sup>). La plupart des égouts sont rejetées sans traitement, avec peu de traitement ou sont seulement dégrillées. Ces eaux brunes aboutissent à la mer du Nord.

La région est la plus industrialisée de la planète, comptant 15% de la production mondiale. Depuis la révolution industrielle, un quantité incalculable de rejets industriels ont été abandonnés dans la mer du Nord.

### *Pétrole*

Encore une fois, un trafic maritime intense entraîne accidents et déversements. Un des pires déversements survint le 16 mars 1978 lorsque la *Amoco Cadiz* s'est échouée sur la côte française. Elle déversa 264 millions de litres (70 millions de gallons) dans la mer.

Le dégât engendré par six déversements en mer du Nord est de huit fois supérieur à celui occasionné par l'*Exxon Valdez* (échouée en Alaska (États-Unis), en 1989).

Encore plus de pétrole est déversé chaque année lors de petits accidents, d'opérations de routine (arrimage ou transbordement), vidange de ballast ou rejet d'eaux de nettoyage. Les petits déversements ne sont pas rares dans la région.

### *Vie aquatique*

Surpêche, destruction de milieux et polluants sont autant de menaces à la vie aquatique locale. Déjà, les nombre d'espèces a diminué. La surpêche a entraîné la chute de certaines espèces

traditionnellement abondantes. Le dragage et le dépôt des sables continue de détruire le milieu de vie et les sites de reproduction des poissons. Cela annonce déjà une autre diminution des captures de poisson.

La turbidité, entraînée par le dragage, combiné à l'ensablement par les affluents, étouffent les habitants des fonds marins et déchargent des matières toxiques dans l'environnement. Il en résulte qu'un contrôle serré des métaux lourds doit être effectué sur les fruits de mer offerts au marché public.

En plus de la vie sous-marine, la mer du Nord est le lieu de résidence ou d'hivernage de nombreux oiseaux. Le pétrole nuit aux oiseaux et chaque année en tue de nombreux.

L'asservissement des milieux humides et peu profonds, la destruction de milieux nourriciers et la chute des stocks halieutiques (par la surpêche commerciale) sont autant de sources de problème pour les oiseaux. Certaines espèces peinent déjà à survivre.

### **La mer Baltique**

Le principal problème de la mer Baltique est dans le drainage. La surface drainée est de quatre fois celle de la mer elle-même. Ses berges accueillent des milliers d'industries polluantes et de villes. Parce que la profondeur moyenne de la mer Baltique n'est que de 60 mètres (200 pi) et parce qu'il faut 30 ans à régénérer ses eaux, la Baltique peine à traiter tous les contaminants qui lui sont imposés.



Photo: courtoisie 5balls

La mer Baltique est unique en ceci : l'eau saumâtre de la surface flotte sur l'eau salée et plus dense des profondeurs. Bien que, ces eaux

se mêlent un peu à l'automne et en hiver, il reste toujours une *halocline* (séparation entre couches d'eau de différentes qualités) à 40-60 mètres (130-200 pi) de profondeur. Sous l'halocline, l'eau stagne et les bactéries décomposant la matière organique utilisent tout l'oxygène. De telles zones privées d'oxygène (anoxiques) sont impropres à la vie; les poissons y disparaissent et tout ce qui a vie meurt.

### *Eutrophisation*

La mer Baltique a le triste honneur d'être l'étendue d'eau la plus eutrophiée des temps modernes. L'*eutrophisation* est un ensemble de changements physiques, chimiques et biologiques qui surviennent lorsqu'une surcharge de nutriments est relâchée dans l'eau. Bien que l'eutrophisation puissent bénéficier à certaines espèces en procurant plus de nourriture, un surplus peut inverser la tendance en rendant la vie trop facile aux prédateurs.

En mai 1988, les eaux comprises entre le Danemark, la Suède et la Norvège connurent une monstrueuse efflorescence d'algues bleues alors que la température de l'eau s'était élevée et que l'apport de nutriments n'avait pas décliné. On vit alors des algues bleues sur plus de 75 000 kilomètres carrés (28 900 mi<sup>2</sup>). À la mort des algues, leur décomposition par les bactéries consomma tant d'oxygène qu'on trouva sur près de 1000 kilomètres (650 mi) des millions d'organismes marins putréfiés sur les rives.



Photo: courtoisie de Kriss Szkurlatowski

Le problème d'eutrophisation d'une mer vient du rejet en grande quantité de matières organiques dans l'eau. Avec ses 25 millions de riverains et

ses 50 millions de personnes résidant à 200 kilomètres (140 mi.) des côtes, la mer Baltique est l'aboutissement de grandes quantités de matières organiques. Ce sont 40% de ces rejets qui aboutissent à la mer sans traitement.

### *Pollution chimique et métaux lourds*

De fortes concentrations de mercure, de hauts taux de cadmium, plomb, zinc et cuivre ont été retrouvés dans les sédiments de la mer Baltique. Depuis les années 1960, de fortes concentrations de mercure dans les nageoires de poisson entraînent la fermeture des pêches près des côtes danoises, finlandaises et suédoises. Le mercure est charrié avec les résidus industriels papetiers, de pulpe ou de billots. Ce métal est utilisé pour tuer les champignons et --- slime --- Aujourd'hui, une meilleure veille des écosystèmes entraîne une diminution de l'usage du mercure. Aussi, les poissons montrent-ils une plus faible concentration de métal dans leurs tissus. Les halogénates hydrocarbonés, cependant, continuent leurs méfaits. On s'inquiète beaucoup quant à la vie sauvage, à cause des niveaux élevés de dichlorodiphényltrichloro-ethane (DDT) et de biphenyl polychlorés (BPC). La contamination actuelle des poissons par ces produits n'est pas encore élevée, mais l'accumulation dans la chaîne alimentaire augmente ces concentrations élevées dans les oiseaux et mammifères. Par exemple, une étude des années 1970 montre que ces concentrations étaient 10 fois plus élevées dans les phoques et oiseaux de la Baltique que chez ceux de l'Ouest de la Suède. Heureusement, la situation s'améliore, mais il y a encore fort à faire avant de donner une notre parfaite à l'environnement de la Baltique.

### **Le golfe persique**

Plusieurs facteurs contribuent à faire du golfe persique une des régions marines les plus abusées. Un des facteurs, selon UNEP, est celui du développement rapide de ses côtes (un des plus rapides de la planète), à cause de sa place centrale dans l'économie pétrolière (production et transport). Les estuaires productifs, les récifs

coralliens et les écosystèmes tidaux font place à des infrastructures pétrolières ou à la population humaine sans cesse croissante. Les revenus du pétrole ont poussé à fond l'accélérateur de la l'industrialisation des huit pays du Golfe. Ceci entraîne un dragage massif pour la construction de ports et le remplissage des berges.

Avec la croissance vient aussi la demande plus forte en eau potable. La région du Golfe présente la plus forte concentration d'usines de désalinisation au monde. Chacune rejette ses sels dans la mer, en augmentant sa salinité. Ceci affecte certaines espèces sensibles.

La faible profondeur et la petite taille du Golfe persique sont les principales limites de ces eaux pour absorber le flux croissant de polluants. Sa profondeur maximale est de 90 mètres (300 pi), profondeur moyenne est de 34 mètres (110 pi) et plusieurs étendues ne sont profondes que de 10 mètres (33 pi).

Le golfe persique communique avec le grand océan par le détroit d'Hormuz, large de 50 kilomètres (30 mi.). Ceci est trop étroit pour que se fasse un nettoyage efficace des polluants. Cette étroitesse force aussi les pétroliers géants à se côtoyer dangereusement. 60% du pétrole transporté par bateau y transitent. C'est un risque de désastre écologique que fait peser cet étranglement à tous les jours.

La faible profondeur du golfe Persique permet la pénétration de la lumière solaire jusqu'au fond. Cela en fait une véritable usine de photosynthèse, grâce au phytoplancton. Celui-ci permet une pêche abondante. Encore ici, les modifications induites par l'humain ont fait chuter les captures. L'industrialisation et l'établissement humain sur les rives ont aussi fait augmenter les taux de mercure, de plomb et autres contaminants dans les poissons pêchés, injectant des maladies dans la population humaine.

Finalement, la guerre qui sévit au cours des années 1990 (suivant celle entre l'Iran et l'Irak) a mis à mal toute collaboration internationale qui aurait pu réduire la pression contre l'écosystème.

## La mer de Caraïbes

Avec ses eaux chaudes et claires, avec ses plages de sable fin, la mer de Caraïbes cause la surprise à tous ceux qui apprennent qu'elle est mal en point. Selon l'UNEP, au plan environnemental, c'est une région parmi les plus polluées et en danger. La *Nature Conservancy* confirme que le bassin des Caraïbes est le plus affecté par la déforestation de tout l'hémisphère Ouest. Bien sûr des problèmes s'en suivent.

40% des espèces éteintes au cours des temps modernes vivaient dans les Caraïbes. Par exemple, le phoque moine des Caraïbes (*Monachus tropicalis*) est disparu au cours des années



Photo: courtoisie de Laurel Canty-Ehrlich/NOAA

1950. Aussi, le développement et sa pollution ont détruit presque tous les habitats du lamantin (*Trichechus manatus*), le mettant en danger.

### *Pesticides, produits chimiques et pétrole*

La mer des Caraïbes est la plus polluée de pesticides au monde. C'est en bonne partie dû au lavage des terres cultivées au Mexique et aux États-Unis. De fait, 41% des terres des États-Unis se drainent par le Mississippi vers le golfe du Mexique et – de là – à la mer des Caraïbes. Les nations insulaires de la région contribuent à la pollution par leurs rejets de résidus chimiques de végétaux (de café, de coton, de banane, de canne,



Photo: courtoisie Jean-Marc Labée

de cacao et d'agrumes). D'autres polluants sont issus des industries métallurgique (fer, acier, aluminium) et de produits chimiques comme le chlore.



Photo:  
courtoisie de  
Vee TEC

En plus des pesticides et divers produits chimiques, le pétrole est une forme importante de pollution. Bien que les Caraïbes aient une réputation de plages, sable et surf et plaisir, cette mer offre encore un des plus fort potentiels pétrolifères de la planète. Plus de 2000 plateformes y sont ancrées. D'autres sont en construction dans les eaux américaines, vénézuéliennes, mexicaines, de Trinidad et Tobago. Les explosions, les débordements, les bris de conduite et les autres types d'accident se produisant sur des plate-formes de forage sont des sources importantes de pollution (rappelons ici le désastre de l' en 2009). Ici encore, les accidents de pétrolier ou des déversements d'huiles de nettoyage sont funestes.

#### *Tourisme*

« Caraïbes » est synonyme de « tourisme », c'est un commerce de 100 millions de visiteurs annuellement. Cette foule s'ajoute aux îliens qui constituent déjà de denses populations sur ces petits morceaux de terre.

Recevoir de telles foules de touristes demande des infrastructures qui ont leurs conséquences sur l'environnement. On construit des hôtels et

d'autres installations. Cela produit des sables et des égouts qui se déposent directement sur le corail. Seulement 10% des égouts et rejets industriels caribéens sont traités

L'équilibre de nombreux récifs coralliens est sérieusement perturbé par les activités touristiques parmi lesquelles : l'ancrage de bateaux, suremploi, récolte indue, consommation croissante de poisson. Selon la *World Resources Institute* 75% des 111 370 km<sup>2</sup> (43 000 mi<sup>2</sup>) de corail est déjà mort ou grièvement menacé.



#### **Questionnaire**

1. Selon l'UNEP (Programme environnemental des Nations Unis), quels sont les régions marines les plus traitées de la planète (choisir toutes les réponses s'appliquant)
  - a) Mer Méditerranée
  - b) Le détroit de Malacca
  - c) La mer de Chine (Sud)
  - d) La mer Baltique
  - e) le golfe de l'Alaska
  - f) la mer des Caraïbes
2. Quels sont les principales menaces qui pèsent sur ces régions?
  - a) Pétrole
  - b) croissance démographique et industrielle
  - c) produits chimiques et métallurgie lourde
  - d) Toutes ces réponses

*Avez-vous répondu ...*

1. a,b,d,f; 2. d ?

# 7 Ce que vous pouvez faire pour protéger les milieux aquatiques

WHAT YOU CAN DO  
TO PROTECT THE  
AQUATIC ENVIRONMENT



## Chapitre septième

### Ce que vous pouvez faire – pour protéger l'environnement

Plonger AWARE

Vous engager

Ramasser les débris

Utiliser les bouées d'amarrage

Zones maritimes protégées

Récifs artificiels

L'avenir

---

#### Contenu essentiel

*Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :*

1. Comment pourriez-vous être un plongeur (apnée ou scaphandre) qui ne laisse pas de trace?
2. Dans quelles causes environne-mentales pouvez-vous vous engager?
3. Comment pouvez-vous retirer les débris de manière des écosystèmes aquatiques?
4. Qu'est-ce qu'une bouée d'ancrage et comment aident-elles à protéger l'environnement?
5. Comment les plongeurs peuvent-ils aider à protéger certains zones réservées?
6. Quels sont les avantages d'un récifs artificiels pour les récifs naturels avoisinant?

#### **PLONGER AWARE**

Avant tout, pour plonger AWARE, il vous faut changer d'attitude : délaisser un esprit de consommateur et adopter l'attitude d'un invité. Un invité ajuste son comportement aux mœurs de l'hôte qui le reçoit, le consommateur ne le fait pas. L'invité respecte son hôte et se garde une juste réserve quant aux mœurs locales. Pour sa part, le consommateur exige services et accommodements. Changeant de disposition, votre interaction avec l'environnement aquatique changera aussi. L'attitude de l'invité conduit à garder une interaction passive plutôt qu'active avec les habitants du milieu. Quoi qu'on pense, la passivité est riche en récompenses, car elle vous offre de voir l'attitude naturelle des animaux. Pensez à cela lorsque vous serez tenté(e) de suivre (voire pourchasser) un banc de poissons. Les consommateurs sont ceux qui maltraitent l'environnement sous-marin comme s'il s'agissait de jouets ou comme s'ils se trouvaient dans un parc d'amusement. Les invités s'y baladent comme des promeneurs qui auraient le privilège de marauder une forêt vierge. Plus encore, les plongeur AWARE savourent la joie d'avoir accès à un environnement sans le modifier par l'observation de poissons ou la photographie sous-marine responsable. Les plongeurs AWARE apprécient la grande diversité des espèces et des habitats sub-aquatiques. Ceci leur permet d'apprécier des écosystèmes souvent laissés de côtés par d'autres plongeurs comme les herbiers, les mangroves ou même les zones « rubble ». Souvent, quelques connaissances suffisent à vous ouvrir la découverte d'écosystèmes. Vous en



comprendrez et apprécierez alors mieux l'importance et la beauté.

Pensez aussi à votre technique de plongée. Les plongeurs AWARE laissent le milieu dans lesquels ils plongent intacts ou même un peu mieux. La clef se trouve dans un excellent contrôle de la flottabilité – l'habileté la plus importante pour tous les plongeurs AWARE. Cette aptitude vous permet de rester à bonne distance du fond tout en évitant les contacts accidentels avec les espèces fragiles. Afin d'affiner votre contrôle de flottabilité, après un long temps sans plonger ou après avoir acheter de nouvelles pièces d'équipement, pensez à vous inscrire au cours PADI *contrôle de flottabilité* (PADI just because you can. Peak Performance Buoyancy Specialty).

Une autre technique AWARE consiste simplement à agir comme un poisson. Ajustez et attachez votre équipement pour éviter les turbulences et les contacts accidentels avec l'environnement. Utilisez des clips, les anneaux de votre veste et d'autres crochets afin de garder tout vos accessoires, votre manomètre, votre détendeur de secours près de votre corps. Quand vous nagez, faites des mouvements lents et fluides afin d'éviter de surprendre les animaux ou la vie aquatique. Optez pour des méthodes de palmages qui ne lèvent pas le fond, tenez-

palme sont à l'origine de plus grand nombre de contact accidentels avec le corail. Gardez-les bien haut, plus haut que votre tête et évitez de leur faire toucher le fond.

Plonger AWARE ne veut pas obligatoirement dire que vous devez abandonner la pêche. Les chasseurs sous-marins ont été longtemps parmi les plus ardents conservateurs. Ceci dit, un pêcheur conscient sait aussi qu'il doit respecter les lois et règlements locaux. Si vous choisissez de chasser sous l'eau, informez-vous des règles et lois; suivez-les et ne pêchez pas plus que vous ne mangerez. Il n'est pas utile de pêcher le quota maximum simplement parce que c'est permis.

Si vous prenez des photos, soyez particulièrement attentif à vos mouvements. Avant l'aventure photographique, maîtrisez bien votre flottabilité. Portez attention où vous mettez les mains, les pieds, les palmes et la caméra lorsque vous visez l'image. En certains endroits, les photographes sous-marins ont mauvaise réputation à cause de quelques photographes irresponsables. Ne soyez pas l'un d'eux.

Lorsque les gens prennent conscience des dangers que courent les océans et les voies

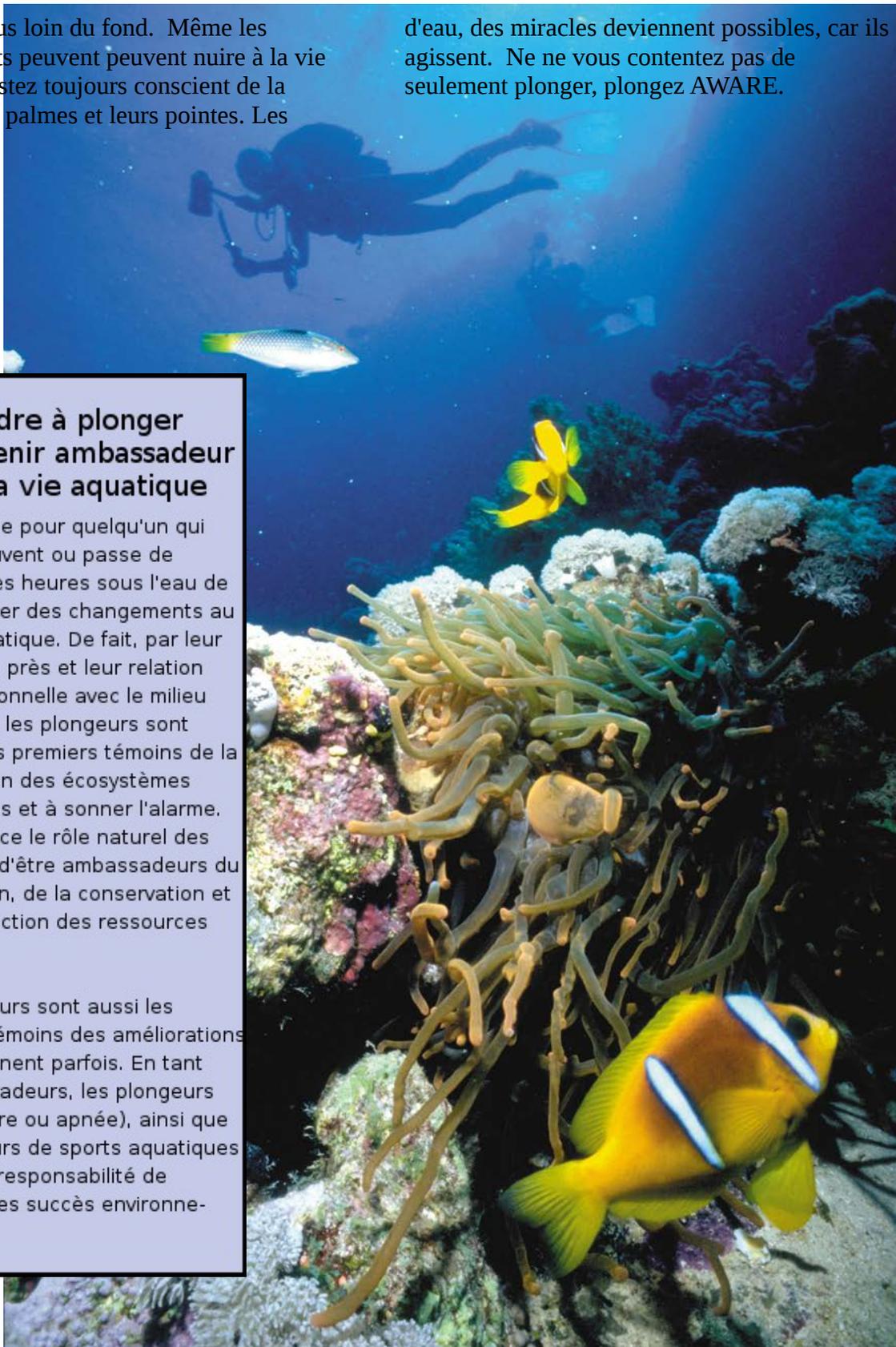
vous un peu plus loin du fond. Même les contacts indirects peuvent nuire à la vie aquatique. Restez toujours conscient de la position de vos palmes et leurs pointes. Les

d'eau, des miracles deviennent possibles, car ils agissent. Ne vous contentez pas de seulement plonger, plongez AWARE.

### Apprendre à plonger -> devenir ambassadeur de la vie aquatique

Il est difficile pour quelqu'un qui plonge souvent ou passe de nombreuses heures sous l'eau de ne pas noter des changements au milieu aquatique. De fait, par leur situation si près et leur relation quasi-personnelle avec le milieu aquatique, les plongeurs sont souvent les premiers témoins de la dégradation des écosystèmes sous-marins et à sonner l'alarme. Ceci renforce le rôle naturel des plongeurs d'être ambassadeurs du milieu marin, de la conservation et de la protection des ressources maritimes.

Les plongeurs sont aussi les premiers témoins des améliorations qui surviennent parfois. En tant qu'ambassadeurs, les plongeurs (scaphandre ou apnée), ainsi que les amateurs de sports aquatiques portent la responsabilité de partager ces succès environnementaux.



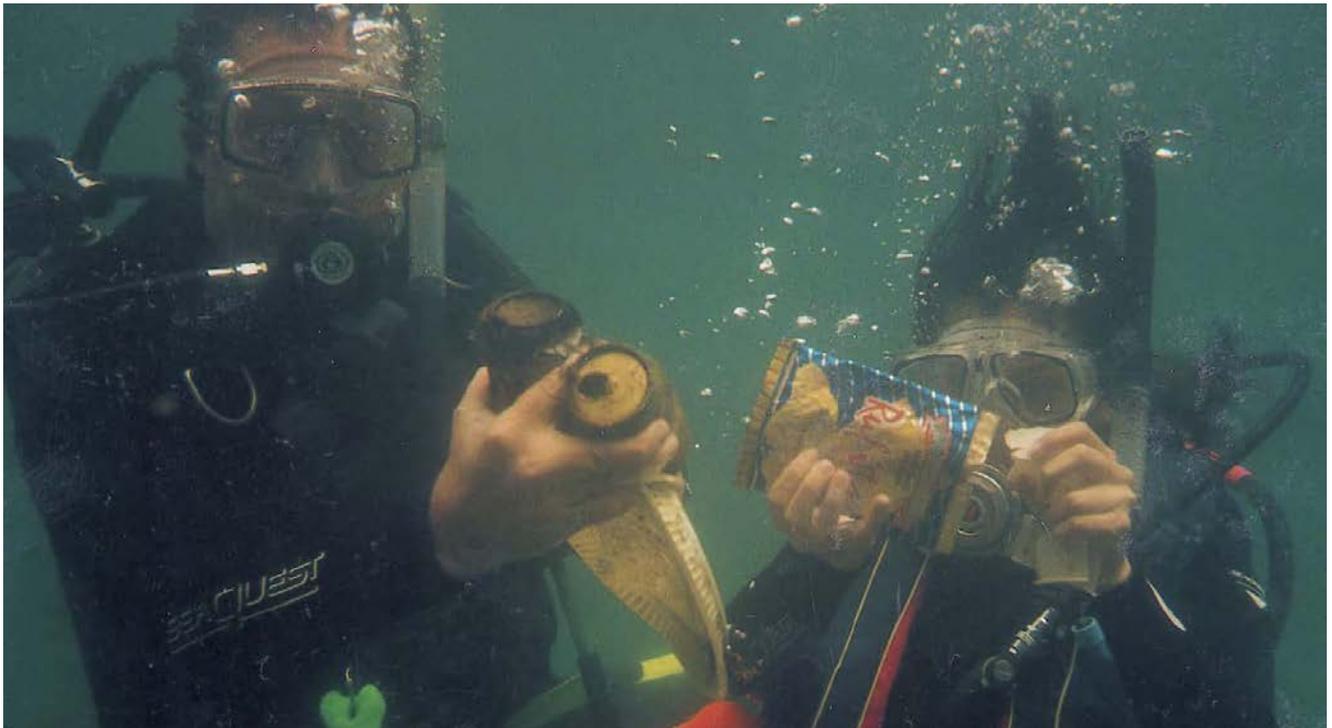
## Vous engager

Les plongeurs constituent habituellement une communauté bien engagée et très active dans la protection de l'environnement, spécialement du milieu aquatique. Certaines des activités fréquentes chez les plongeurs incluent des nettoyages de fonds, des suivis d'habitats ou d'espèces, la protection de milieux et divers efforts légaux visant la protection de la nature.

Aujourd'hui le million de plongeurs scaphandre et les dizaines de millions d'apénistes constituent une force d'influence puissante. Cette force est mise au service de la création de zones protégées, de législations fortes et efficaces sur la qualité des eaux et des lois sur la protection d'espèces en danger. C'est ici que la *Fondation Project AWARE* intervient. En partenariat avec les plongeurs et professionnels, la Fondation est engagée dans un vaste mouvement de protection



des récifs coralliens, des requins et d'autres espèces importantes. Parmi ces programmes, il y a « *Protect the Sharks* » et « *Protect the Living Reef* », des projets locaux comme « *International cleanup day* » et « *Coral Watch* ». Votre appui le meilleur à la *Fondation Project AWARE* devrait se traduire en actions concrètes à la faveur de la protection de cet environnement qui nous est si cher.



## Ramasser les débris – et en libérer les eaux

En 1986, la *Ocean Conservancy* (antérieurement nommée *Center for Marine Conservation*) a lancé ce qui est en voie de devenir le plus grand mouvement environnemental à base d'actions locales au monde, le *International Coastline Cleanup*. Durant plusieurs années, cet événement hautement publicisé a fait croître le souci public relativement à aux débris humains dans l'eau. Il a encouragé les citoyens à s'engager dans le nettoyage des plages. En 1995, *Project AWARE*, en partenariat avec *Ocean Conservancy* a étendu ce mouvement terrestre aux espaces sous-marins partout sur la planète. Chaque troisième samedi de septembre, plongeurs, apnéistes et usagers des plages se donnent la main pour grand nettoyage des plages et voies d'eau, au-dessus et sous la surface. Cet événement mobilise des dizaines de milliers de plongeurs sur la planète. Ces gens ne font pas que collecter les déchets, mais aussi colligent des données sur les déchets ramassés. Visitez [www.projectaware.org](http://www.projectaware.org) pour en savoir plus. Vous n'avez pas besoin d'attendre le Jour du Nettoyage pour agir! Imaginez ce que pourrait être la plongée si vous n'y voyiez plus de déchet. Si la plupart des plongeurs retiraient un seul déchet à chaque immersion qu'ils font dans les premiers 18 mètres (60 pi) de profondeur,

### Équipez-vous pour le ramassage

Avant de ramasser, assurez d'avoir ce qu'il vous faut :

- Protection thermique
- Des gants pour vous protéger
- Pincettes ou lame(s) pour couper les monofilaments (fils) de pêche
- Un sac-filet pour transporter les déchets
- Une petite lampe qui vous permettra de vérifier qu'il n'y a pas d'organisme installé dans les débris



l'environnement s'en trouverait déjà beaucoup mieux; les sites les plus fréquentés s'en trouveraient presque sans tache, sans bouteille, sans canette, sans plastique, sans fil de pêche. Quelque soit le type de plongée que vous faites, c'est chaque fois le bon moment pour retirer un déchet de l'eau. Faire cela peut être votre second objectif de la plongée. Peut-être n'êtes-vous pas prêt à cela, même avec les meilleures intentions, sans endommager l'environnement. Ramasser de manière adéquate veut parfois dire plus qu'une simple cueillette. Vous devez d'abord vous assurer que le ramassage n'endommage rien. Il peut falloir pour cela quelques outils bon marché. Si vous trouvez des pièces lourdes ou surdimensionnées comme une ancre ou des tuyaux, vous aurez besoin de ballon de levage pour les remonter à la surface. Assurez-vous d'avoir la formation appropriée. N'utilisez jamais votre veste de flottabilité pour faire cela. Ceci pourrait

vous entraînent dans une remontée rapide et dangereuse.

Même de rien, lorsque vous êtes face à un déchet, vous devez prendre une décision importante : le ramasser ou le laisser là. Généralement, on peut dire que vous opterez pour le ramassage lorsque le débris n'est pas l'hôte de la vie ni n'est le logis d'un animal. À l'opposé, une bouteille sertie dans le corail et habitée par des crevettes sera préférablement laissée sur place. Inspecter vos débris sur place, sous l'eau, près d'où vous l'avez trouvé. Si vous y trouvez un crustacé ou un animal qui y vit, tentez l'en retirer délicatement alors que vous êtes près du fond. Ainsi la bestiole se trouvera aisément un autre logis. Si vous n'arrivez pas à déloger l'animal sans le blesser, laissez là le déchet; c'est sa maison. Si vous trouvez des animaux alors que vous êtes de retour sur le bateau ou sur la rive, mettez tout l'objet et son animal dans un bassin rempli d'eau. Si l'animal délaisse l'objet, remettez la bestiole dans l'eau, jetez le déchet. Si l'animal refuse de quitter son logis, remettez le déchet à l'eau avec son locataire aussi près que possible de l'endroit où vous l'aviez ramassé. Si vous trouvez des objets suspects ou dangereux, disposez-en de manière sécuritaire ou apportez-les aux autorités locales compétentes. Pensez à recycler les déchets ramassés, c'est toujours mieux que de simplement déplacer le déchet de l'eau au site d'enfouissement. Le ramassage n'est malheureusement pas permanent, mais la collecte d'information – elle – est un premier pas vers une solution permanente. Gardez en note ce que vous avez cueilli et où vous l'avez pris. Envoyez votre liste au *Center for Marine Conservation*. Chaque fois que vous ramassez des déchets, vous contribuez à rendre les fonds marins plus propres, à les remettre à leur état naturel. La phrase « Chaque ramasse quelque chose » devrait être le ralliement de cet engagement collectif.

### Fil de pêche (mono-filament)

Lors de la plupart de vos plongées, sur presque tous les sites imaginables, vous pourriez trouver des fils à pêche (mono-filaments). Leur présence sous l'eau est un vrai danger pour les animaux. Lorsque vous retirez les fils à pêche, pensez à ceci :

- Travaillez à deux plongeurs : un qui enroule le fil, l'autre qui le déprend des embûches. Chaque plongeur doit toujours voir l'autre;
- Tout en nageant le long du fil, enroulez-le sur un tissu, un bout de bois, un bout de plastique ou sur votre main gantée, vous éviterez ainsi de vous y emmêler;
- Utilisez une lame ou un pince pour couper le fil. Souvent ces fils s'emmêlent sur eux-mêmes ou au travers du corail, des roches, des éponges, etc. Ils deviennent indémêlables et impossibles à soustraire de là sans blesser ou couper les animaux. Les pinces et les ciseaux feront une coupe plus précise, sans imposer de tension au fil (ce qui pourrait blesser ou couper l'animal);
- Méfiez-vous des hameçons. Si vous le pouvez, plantez les dans le bois ou sur une pièce sécuritaire. Laissez-les là si vous ne pouvez les porter sans vous piquer.



## Élimination des déchets : agir à la source

Bien que fort louable et utile, le ramassage des déchets sur les plages et les fonds marins n'intervient aucunement sur la source du problème. En tant que plongeurs et amateurs de l'eau, nous sommes les premiers à constater les effets négatifs de la pollution, du déversement et des débris marins. Mais d'où vient ce problème? Il y a deux catégories de pollutions : pollution ponctuelle et pollution diffuse. La pollution ponctuelle vient d'un point précis de décharge : un tuyau, un débarcadère de déchets, une sortie d'égout. La pollution diffuse vient d'un peu partout, sans que nous puissions pointer un point d'entrée précis : déforestation, agriculture, égout qui fuit, huile dans les eaux de pluie, vidange de bateau. Tout cela peut diffuser des pathogènes dans l'eau, des matières en suspension, des toxines. L'accumulation des sources diffuses représente un fort volume.

Quelle part pouvez-vous apporter? Mieux vaut laisser aux gouvernements le soin de contrôler les problèmes de pollution ponctuelle. Vous pouvez aider à réduire la pollution diffuse. À la maison, vous pouvez faire votre part. Plusieurs problèmes ont leurs sources dans les maisons, par de petites injections de polluants qui descendent ensuite de tout le bassin versant vers la mer. Que faire? :

- Parlez-en autour de vous. Le plus grand nombre ignore que des gestes simples polluent jusqu'à la mer. En tant que plongeur, vous savez quelles conséquences cela entraîne; faites profiter de votre expérience et faites comprendre aux autres ce que vous avez observé lors de vos plongées, de l'écoulement des polluants et ce manuel.
- Gardez votre résidence propre. Jetez les déchets là où il convient, ramassez les débris qui seraient emportés par le vent. Disposez adéquatement des produits chimiques. Que vos gouttières s'écoulent par la terre, non par les égouts.

- Décorez votre terrain de plantes plutôt que de pavage ou d'inter-blocs. Les plantes sont plus belles et elles absorberont la pluie. L'eau n'ira pas lessiver des huiles répandues au bas de la rue.
- N'utilisez pas ou peu de pesticide. Il est connu que l'usage domestique dépasse habituellement les besoins réels. Lisez bien les instructions avant l'usage de pesticides.
- Recourrez à des engrais, pesticides, détergents et savons biologiques ou alternatifs.
- Disposez adéquatement des huiles usées de vos véhicules ou moteurs. Des points de collectes sont certainement accessibles près de chez vous. L'huile est un véritable fléau tout au long du bassin versant.
- Tout ce qui s'appelle toxine ou est toxique doit être disposé adéquatement. Des centres de tri ou de traitements sont certainement accessibles près de chez vous. Contactez votre administration municipale pour en savoir davantage.
- Réduisez (première option), réutilisez (deuxième), recyclez (troisième). Si vous consommez moins, vous aurez moins de souci quant à disposer des rebuts, des emballages et autres déchets. Réutilisez ou donnez à des œuvres charitables ce qui est encore utilisable. Recyclez le reste. S'il n'y a pas de système de recyclage, créez-le ou réclamez-en un.

Ce peut sembler ambitieux, mais – au fond – c'est simple. De petits changements au quotidien feront toute la différence. Si, en plus, vous êtes contagieux de bonnes habitudes, nous arriverons ensemble plus vite à reverdir notre planète, à purifier nos lacs, rivières et océans.

## Bouées d'amarrage

Dans des régions où le fond est fragile, comme un récif corallien, une des meilleures façon de protéger l'environnement aquatique est d'éviter l'ancrage des bateaux au fond. On peut faire cela en n'amarrant pas du tout le bateau (alors il dérivera au gré du courant) ou en l'amarrant à une bouée d'amarrage.

Le principe de la bouée d'amarrage est simple : installer une bouée permanente près ou au-dessus d'un site souvent fréquenté. Plutôt que de jeter l'ancre, les bateaux s'amarrent à la bouée, évitant ainsi tout contact avec le fond. Les bouées peuvent aussi servir à marquer des zones dont les usages sont distincts, par exemple une zone de pêche et une zone de plongée. Une bouée ancrée peut aussi être retirée, puis remise au même endroit dans l'éventualité où un site sur-exploité aurait besoin de répit pour se régénérer.

L'installation d'une bouée ancrée demande, à

chaque étape, des compétences spécifiques. Plusieurs facteurs doivent être pris en considération, incluant l'emphase du projet, l'usage anticipé, le nombre et le type de bouées qui seront arrimées à l'ancrage de même que leur disposition. On doit décider de la forme de fondation dans le fond, de l'entretien et du programme éducatif que l'installation soutien.

Bien que l'engagement que cela exige semble imposant (la planification, installation et entretien), l'ancrage permanent de bouées d'amarrage offre de bien plus grand avantages. L'ancrage permanent de bouées d'amarrage est clairement fixé comme un pas assuré vers un avenir meilleur pour les milieux sensibles.

Pour en savoir plus sur les bouées d'amarrage ou pour savoir comment en installer, téléchargez le document *The Mooring Buoy Planning Guide* sur le site [www.projectaware.org](http://www.projectaware.org)



*Ici, un plongeur installe une bouée à un ancrage permanent afin d'éviter que l'ancre de bateaux n'abîme le récif.*

## Milieux marins protégés



Une des meilleures façons de conserver l'environnement marin c'est de créer des zones protégées. Les parcs, réserves et sanctuaires ont tous montré, chacun à sa façon, que la protection d'une zone apporte toujours un retour à la santé de la population marine locale. Des anecdotes, mais aussi des études scientifiques, illustrent cela. Au Sud de la Floride (USA), dans les Keys, les populations de tous les espèces de poissons ont regagné en nombre dès la première année d'un règlement de non-capture. Cependant, le financement et la réglementation stricte sont nécessaires à la protection. D'annoncer un secteur « protégé » ne suffit pas, il faut l'argent et les efforts aussi. Certaines zones dites « protégées » doivent compter sur des levées de fonds pour être en mesure de faire respecter les lois, aménager et faciliter la régénérescence. Des frais d'accès sont parfois imposés. Pensez à cela la prochaine fois que vous irez plonger dans une zone protégée. En

certains endroits, comme à Bonaire, on a dû changer la carte d'accès annuel en une vente de tickets quotidiens parce que plusieurs usagers du parc réclamaient des remboursements sur leur laissez-passer annuel sous prétexte de n'avoir honoré que quelques jours ses privilèges. Vous pouvez faire beaucoup mieux que seulement payer les frais d'accès journaliers ou annuels. La plupart des parcs comptent sur l'engagement bénévole pour survivre. Engagez-vous. Vous pourriez ainsi aider à l'installation de bouées d'ancrage, superviser des activités, aider à l'interprétation du milieu et plus encore. Contactez les gens du parc ou du sanctuaire le plus près de chez vous pour en savoir davantage. N'oubliez pas que l'existence et la gestion d'un parc dépend de la participation publique. User de votre influence comme plongeur ou comme usager du parc afin d'assurer que les zones protégées restent protégées.

## Récifs artificiels

Un récif artificiel crée un relief et une structure là où il n'y aurait autrement rien. De plus, il procure la structure solide que nécessitent les invertébrés (moules, huîtres, éponges, sea fans) pour s'installer. Dans une vaste étendue de sable, une telle structure agrandit l'habitat viable pour les espèces vivantes. Souvent, les invertébrés sont la nourriture d'autres invertébrés ou de vertébrés. Ainsi, l'augmentation de la population d'invertébrés facilite l'installation de poissons résidents ou itinérants (requins, jacks fish, thon, etc.)

Bien sûr, les humains peuvent en bénéficier aussi. Non seulement le récif artificiel facilitera-

t-il l'implantation de la vie, mais en cre constitua-t-il une attraction pour certaines plongeurs. Au Texas (USA), par exemple, l'immersion de récifs artificiels a emmené des centaines de milliers de plongeurs au large chaque année. Un seul récif peut ainsi accommoder à la fois les plongeurs et les pêcheurs et réduire les tensions entre eux, réduire la pression sur la population de poissons. L'équation est simple : plus il y a d'utilisateurs humains sur un récif, moins il y a d'utilisateurs d'autres espèces. Les récifs naturels bénéficient donc eux aussi des récifs artificiels, car ces derniers attirent une part des humains.



Les récifs artificiels ont cet autre atout : ils permettent d'en apprendre davantage sur l'environnement local parce que la plupart des lois exigent qu'un suivi soit assuré suite à l'immersion d'un récif artificiel. Dans de tels cas, la collaboration de plongeurs bénévoles alimentent les base de données étudiées par les scientifiques. Un exemple d'une telle expérience se trouvant chez la *Artificial Reef Society of British Columbia (ARSBC)*, de Vancouver

(Canada). L'ARSBC est un organisme bénévole engagé dans l'amélioration de l'environnement marin et la plongée loisir. Il arrive à ses fins par l'immersion de récifs artificiels. Jusqu'à maintenant l'ARSBC a coulé 5 navires militaires mis hors service. Les bénévoles de l'ARSBC ont préparé les bateaux pour qu'ils ne contaminent pas l'environnement, les ont coulés à des endroits appropriés et – depuis – supervisent l'installation et le développement de la vie sur ces épaves.



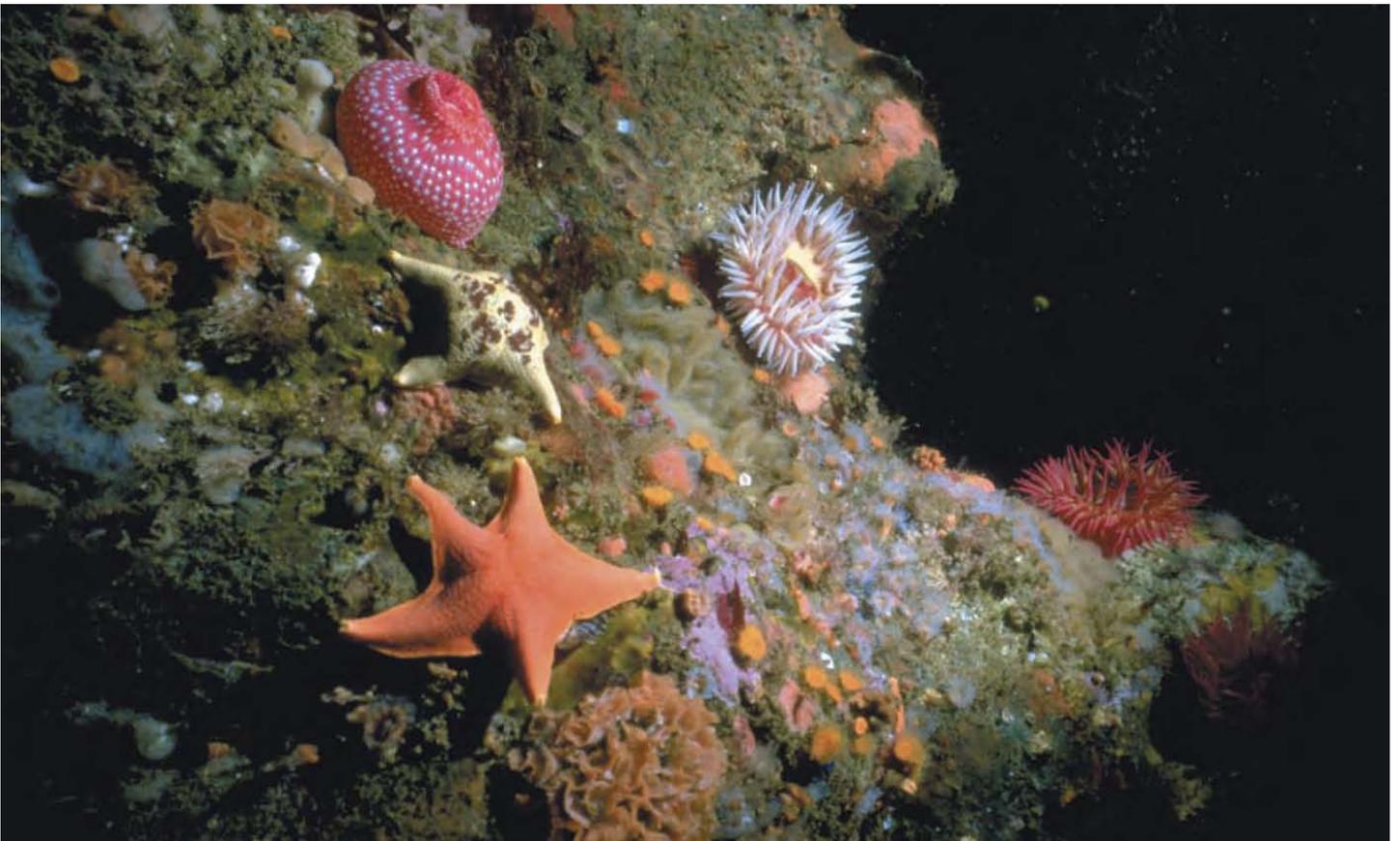
## L'avenir

Que réserve l'avenir à l'environnement aquatique? La réponse nous appartient. Tout au long de ce texte, vous avez lu – peut-être appris – à propos de divers problèmes survenant contre l'environnement aquatique sur la planète Océan. De la simple ignorance au savoir, l'action négligente à la pollution insensée ce survol vous permet de découvrir un peu plus sur les défis qui se lèvent devant nous. Nous devons prendre action pour assurer un avenir à l'environnement aquatique, actions politiques, actions éducatives, actions concrètes. Nous devons réaliser qu'est venu le temps des changements et que c'est notre devoir à chacun d'influencer le cours de l'avenir. Choisissons vers où nous conduira notre empreinte sur cette planète.

L'environnement aquatique a encaissé de nombreux changements au cours des ans. Il fait

face au réchauffement planétaire, au réchauffement des mers, aux constructions sur les côtes, à la destruction des zones côtières, à la surpêche et à l'extinction d'espèces. Certains experts disent que l'environnement aquatique est engagé vers sa destruction comme dans une chute en spirale. D'autres s'attachent à relever les points positifs comme la conscientisation publique et les actions communautaires efficaces pour nier le spectre de la destruction.

Pourtant, ce n'est un secret pour personne, l'environnement aquatique est en eaux troubles et nécessite notre collaboration. Nous avons pollué les lacs, les rivières, les mers. Nous pêché poissons et fruits de mers jusqu'à leur quasi-disparition. Nous avons altéré les rives et les zones humides par des constructions. Comme nous avons détruit, nous sommes aussi capables de restaurer. Le ferons-nous; les faisons-nous?



Au cours des années 1970 et 1980, nous avons pris conscience de la fragilité des écosystèmes maritimes. Nous sommes passés de la perception d'une mine aux ressources infinies que l'humain pouvait exploiter sans conséquence à un écosystème complexe et sensible. La conception d'alors, « hors de la vue, finis les soucis » a commencé à changer et nous avons cessé de prendre les lacs, rivières et mers pour autant de dépotoirs. Nous avons alors ouvert nos yeux sur les problèmes que nous avons causés. La conscience publique quant à la condition de l'eau a commencé à s'éveiller.

Ceux qui se préoccupent de la qualité de l'environnement aquatique se regroupent et s'organisent. Certaines groupes se font connaître de manière plus évidente éveillent les gens, d'autres – plus discrets – contribuent à changer les lois pour que soient protégées des zones, des espèces, que soient aménagés des parcs et des réserves, qu'on gère les pêcheries de manière responsable, etc. Depuis ces années, plusieurs de ces groupes ont grandi et sont devenus des organismes reconnus et respectés par les gouvernements et autres organisations publiques. Ils organisent des activités, des conférences, des rencontres publiques.

Les attitudes et les comportements ont changé depuis quelques décennies. Nous portons meilleure attention à la préservation et à ce que nous pouvons faire pour préserver nos précieuses ressources. On voit davantage de corvées de nettoyage et d'autres formes de bénévolat. *Project AWARE Foundation* reste optimiste face à l'avenir parce qu'il y a de plus en plus de gens qui s'engagent dans des activités comme l'*International Cleanup Day* ou le *Dive for Earth Day*, dans des suivis de sites sous-marins, dans la recherche et dans l'attention portée à la législation locale.

Ayant lu ce fascicule, vous vous faites désormais l'une des nombreuses gens qui avons un regard et une attention plus aiguë sur la qualité de notre environnement. Ensemble, nous pouvons éveiller plus de consciences et influencer l'avenir pour que notre environnement aquatique soit plus sain.

## Questionnaire

1. Plonger AWARE demande de (choisir toutes les réponses s'appliquant) :
  - a) D'interagir passivement avec l'environnement
  - b) Perfectionner votre contrôle de flottabilité
  - c) Rendre votre équipement plus hydrodynamique
  - d) Cueillir des coquillages et en faire un souvenir
2. Vrai ou faux. Les plongeurs constituent un grand groupe qui peut influencer efficacement des décisions politiques.
3. Vous pouvez ramasser des déchets sous-marins de manière responsable en ... (choisir toutes les options s'appliquant)
  - a) Participant au *International Cleanup Day*
  - b) Ramassant tout débris, même s'il contiennent ou abritent un animal
  - c) Ramassant un débris à chaque plongée
  - d) Colliger des données sur les débris que vous avez retirés d'un milieu aquatique.
4. Vrai ou faux. Les bouées d'amarrage contribuent à protéger l'environnement.
5. Les plongeurs (apnée ou scaphandre) peuvent contribuer à protéger certaines zones en ... (choisissez toutes les réponses s'appliquant)
  - a) Faire un don à un organisme dédié à la protection d'une zone près de chez eux
  - b) Participer bénévolement aux activités d'un groupe de protection
  - c) Décourager l'usage des zones protégées afin qu'elles restent inutilisées
  - d) Participer à des conférences ou audits publics sur la conservation ou à propos de parcs
6. Les récifs artificiels aident les récifs naturels en ... (choisir toutes les réponses s'appliquant)
  - a) Fournissant davantage de support solide
  - b) Réduisant la pression due aux pêcheurs et aux plongeurs sur les récifs naturels
  - c) Fournissant des données scientifiques sur le développement d'un récif
  - d) Augmentant les stocks de poissons

Avez-vous répondu: 1 : a,b,c; 2:Vrai; 3 : a,c,d; 4 : Vrai, 5 : a,b,d; 6:a,b,c,d?

Traductions à chercher

rubble, page 7-1 droite en bas

sea fans page 7-10 et 7-6

jacks fish p. 7-10

# ANNEXES



## GLOSSAIRE

**Aérobic** – qui se produit en présence d'oxygène.

**Aileronnage (xyz)** – procédé consistant à découper l'aileron (habituellement d'un requin) et à rejeter tout le reste du corps du poisson à la mer comme une ordure.

**Algue** – ancien groupe de plantes primitives constituant la principale source de la chaîne alimentaire.

**Aquaculture** – culture ou ferme de plantes ou d'animaux croissant en conditions aquatiques contrôlées. Terme englobant aussi la pisciculture (qui se limite à la culture de poissons).

**Asexuée** – de dit de la reproduction d'un organisme qui procède sans la création d'un zygote.

**Benthique (zone)** – se rapporte au fond marin

**Bien commun** – aussi, *eaux internationales*, territoires océaniques ne relevant d'aucune juridiction étatique spécifique.

**Bio-accumulation** – concentration de polluant, dans les organismes, de plus en plus importante au gré de la chaîne alimentaire.

**Biocide** – substance qui endommage différents organismes vivants.

**Bioluminescence** – production de lumière non-thermique par des organismes vivants.

**Biphenyl polychloré (BPC)** : produit chimique qui fut utilisé à grande échelle dans les appareils de refroidissement. On le croit responsable d'empoisonnement de certains mammifères marins.

**Bivalve** – classe de mollusque comportant deux valves, tels clams, huîtres, moules et xyz.

**Blanchissement du corail** – maladie parfois irréversible du corail qui perd sa teinte brunâtre et devient blanc. On pense que c'est lié au réchauffement climatique global.

**Bouée d'amarrage** : Bouée fixée au fond de façon permanente et destinée à l'amarrage temporaire. Elle est utilisée pour garder le bateau en place sans briser le fond marin.

**Brassage printanier** : mélange des eaux d'un lac ou d'un étang.

**byssal threads (xyz)** – fil produit par un bivalve pour s'accrocher au substrat environnant.

**Cale** – l'étage intérieur le plus bas d'un navire. Une pompe de cale extrait l'eau de cet étage vers l'extérieur du navire.

**Calving (xyz)** – procédé par lequel se forment les icebergs lorsqu'un bloc de glace se détache de la banquise et tombe dans l'océan.

**Chalutage** : méthode de pêche consistant à laisser traîner un filet (chalut) au fond de la mer et à récolter tout ce qui s'y trouve.

**Convention de déposition de Londres** (*London Dumping Convention*) : nom officiel de la *Convention sur la prévention de pollution par la décharge de rejets ou d'autres matières*. Cette convention, signée en 1972 régle la décharge en milieu océanique de matière qui ne soient pas régies par les règles habituelles de la navigation en tant que rejets normaux d'un navire.

**Corail** – de la classe des Anthozoées, cnidaire qui peut générer une structure squelettique en calcaire dure.

**De jure praedae** – titre d'un chapitre de l'œuvre de Hugo Grotius (1604) formant les bases de la législation océanique moderne.

**Dé-salinisation** – procédé consistant à séparer le sel de l'eau salée ou saumâtre.

**Déforestation** – élimination d'une forêt.

**Dessiccation** – assèchement, séchage.

**Détritus** – restes de plantes, d'animal (ou les deux) finement morcelés.

**Dichloro-diphényl-trichloroéthane (DDT)** – insecticide à base de chlorinate d'hydrocarbure banni en plusieurs pays à cause de dommages qu'il inflige aux invertébrés.

**Dinoflagellate (xyz)** – flagelle unicellulaire de plancton responsable des marées rouges.

**Dorsale océanique** : chaîne de montagnes submergées

**Eaux de fond antarctique** – masse importante d'eau froide et salée s'éloignant du continent Antarctique vers le Nord et constituant la plus grande part des eaux du bassin de Weddell.

**Eaux douces** – eaux peu ou pas salées.

**Eaux souterraines** – Ensemble des eaux circulant sous la surface des terres émergées et alimentant les puits et les sources.

**Écosystème** – communauté d'organisme, et son environnement, qui fonctionne comme une unité écologique.

**Écotourisme** – forme d'activité touristique qui se déploie souvent dans des endroits peu développés et qui cherche à préserver la nature en limitant son impact sur l'environnement, cherchant à préserver et conserver la nature.

**Eelgrass (xyz)** – groupe d'algues angiospermes que nous ne trouvons désormais que dans des régions protégées.

**Efflorescence de plancton** : croissance spontanée et importante du plancton, souvent liée à un accroissement rapide de nutriments.

**El Niño** – poussée du Sud au Nord d'un fort courant pauvre en nutriments sur la côte ouest sud-américaine.

**Épifaune** – organismes, animaux, vivant sur le fond océanique.

**Épiphyte** – vivant sur des plantes.

**Espèce-clef** – Espèce ayant un impact déterminant sur un écosystème à cause de sa sur-abondance.

**Estran** : espace côtier plat, généralement constitué de sédiments, périodiquement inondé par la marée.

**Estuaire** – masse d'eau partiellement entourée de terres où se mêlent eaux douces et eaux de mer.

**Eutrophisation** – Changements physiques, chimiques et biologiques résultant d'une sur-abondance de nutriments dans l'eau.

**Eutrophisation agricole** – dans des eaux douces, apport rapide de nutriments provenant des égouts ou de rejets industriels.

**Faune intersitial (xyz)** – organisme vivant au travers des sédiments

**Flan continental** : jonction du plateau continental et de la pente océanique; c'est là que la pente devient soudainement abrupte.

**Fondation Project AWARE** : organisme à but non-lucratif et exempt de taxes dédié à la conservation des milieux aquatiques, par l'éducation, la défense et l'action.

**Forêt de laminaires (xyz)** – Regroupement important de végétation marine incluant de grands spécimens (ex. : des *Macrosystis*) et abritant une grande variété des végétaux et d'animaux.

**Fosse des Mariannes** : très profonde fosse située près des îles Mariannes et atteignant la profondeur record de 11,078 kilomètres / 38 634 pieds.

**Gestation** – période de temps séparant la fécondation et la naissance d'un animal.

**Gradient** (xyz) – changement d'une valeur par rapport à l'ensemble.

**Halocline** – Changement brusque de salinité dans la colonne d'eau

**Haussement continental** – émerge abrupte du continent qui se prolonge jusqu'au plancher océanique.

**Herbier** (xyz seagrass) : angiospermes marines qui ne sont pas des herbes. Par exemple : le zostère.

**Hermatypique** – qualité de certaines espèces coralliennes d'entretenir une relation symbiotique avec des zooxanthelles et à produire le carbonate de calcium typique des structures récifs.

**Holdfast** (xyz) – structure de certaines algues leur permettant de s'accrocher au substrat environnant

**Hydrocarbure** – composé organique fait de carbone et d'hydrogène. Composé fréquent dans le pétrole et le gaz naturel.

**Hydrocarbure halogène** – gaz halogène dérivé d'hydrogène organique et contenant d'autres substances. Les hydrocarbures contribuent à la pollution atmosphérique tel le smog.

**Hydrosphère** – toute la partie aquatique de notre planète, sur terre et dans les airs.

**Indigène** (xyz – endémique) – originaire d'une région particulière.

**Infaune** (xyz) – Organisme vivant sur le fond marin.

**International Union for Conservation of Nature** (IUCN) – Aussi appelée *The world conservation union*, est un regroupement de 181 pays cherchant à encourager et orienter la société vers la préservation de la diversité biologique et la conservation de la nature.

**Krill** – petit crustacé à l'allure d'une crevette. Une espèce très abondante dans les eaux antarctique est le *Euphausia superba*.

**Lame** – dans une algue, équivalent à une feuille.

**Laminaires** (xyz – kelp) – algues longues et brunes de l'ordre des Laminaires ou des Fucus.

**Larve** – étape de développement précédent l'état adulte et qui ne ressemble pas à la forme adulte (ex. : la chenille du papillon).

**Lenticule** – se dit d'une eau stable (peu mobile) comme celle des lacs, des marais et des étangs.

**Limnologie** : étude des eaux douces.

**Littorale (zone ...)** : zone comprise entre la plus basse marée et la plus haute marée, aussi appelée *intertidale*.

**Loi des mers** (xyz) – Ébauche d'une convention internationale de l'ONU (1982) en vue de définir une réglementation définissant les *eaux territoriales*, la *zone d'exclusivité économique*, *zone des hautes eaux* et autres concepts relatifs à la gestion des eaux.

**Longue-ligne** : système d'hameçonnage consistant en une série d'appâts accrochés à autant de lignes tombantes, ces dernières étant elles-mêmes attachées à un long filin flottant.

**Lotique** : se dit d'une eau mobile, telle celle d'une rivière.

**Mangrove** : plante tropicale croissant en milieu humide salin (marais, par exemple) ou dans un estuaire.

**Manteau** : couche terrestre se situant entre le noyau et la croûte (surface). C'est du manteau que remonte la lave volcanique.

**Marais** : Eau stagnante près de l'eau salée.

**Mare liberum** : reprise d'un chapitre de Grotius (1604). Voir *De jure praedae* ci-haut.

**Marée rouge** : efflorescence de phytoplancton – habituellement du dinoflagellate – donnant une couleur rouge-rouille à l'eau.

**MARPOL** : (acronyme de l'anglais *Marine pollution* : pollution marine) est une convention internationale concernant la pollution de la mer par les navires (élaborée dans le cadre de l'Organisation maritime internationale (OMI). Cette entente vise à limiter la pollution (par accident, par négligence ou délibérément) par matières dangereuses venant de navires.

**Matière inorganique** – toute matière autre que plante ou animal.

**Matière organique** : Dérivé ou détritiques de matière vivante.

**Munitions** : projectile expulsé par une arme.

**Nodules de manganèse** : nodules se déposant sur le fond marin et étant composés principalement de manganèse.

**Nutriment** : substance chimique nécessaire à la vie en mer, excluant le dioxyde de carbone, l'oxygène et l'eau.

**Onde** – eau de mer ou eau salée

**Ovipare** : mode de reproduction dans lequel les œufs éclosent à l'extérieur du corps de l'adulte.

**Ozone** : molécule composée de trois atomes d'oxygène. Une couche d'ozone se trouve en haute atmosphère terrestre et protège les organismes vivants de certains rayonnements nocifs du soleil.

**PADI** : acronyme anglais de *Professional Association of Diving Instructors*, désignant l'Association professionnelle des instructeurs de plongée.

**PADI Dive Center or Resort** : Centres de plongées ou de villégiature reconnus par PADI, respectant les normes de qualité, de sécurité et de service qu'exige l'Association.

**Pêche à la senne** : méthode de pêche organisée autour d'un filet dont un côté flotte et l'autre coule jusqu'au fond. En repliant le filet, les poissons sont capturés.

**Pêche surprise (xyz)** – pêche qui attrape involontairement une espèce (ou plusieurs) qui n'était pas espérée.

**Pêcheries** – ensemble des poissons et des activités de pêches (incluant les pêcheurs) d'une région, d'une espèce pêchée ou d'une méthode de pêche.

**Pente continentale** – pente de transition entre le continent et le plancher océanique.

**Pétrochimique** : produit dérivé du pétrole ou du gaz naturel

**Photosynthèse** : Conversion de l'énergie solaire en énergie chimique par la chlorophylle. Ce procédé consomme le dioxyde de carbone et de l'eau. Il produit de l'oxygène et du glucose.

**Phylums** : un des principaux groupes du règne animal.

**Phytoplancton** : plancton végétal.

**Pinèdes** : sous-ordres de mammifères carnivores comptant les lions de mers, les phoques et les morses.

**Plateau continental** – partie submergée et progressivement émergée d'un continent.

**Pneumatocyste** : poche qu'une plante emplit d'air et qui fait en sorte que la tige s'élève vers la surface.

**Point d'entrée de pollution** : source de pollution dont la source est précisément identifiée (ex. : un tuyau).

**Pollution diffuse (non-localisée)** : source de pollution émane de plusieurs endroits simultanément plutôt que d'un seul point. Par exemple, l'activité urbaine ou l'agriculture.

**Polynie** : au milieu de la calotte polaire, espace d'eau qui reste libre de glace même durant l'hiver.

**Prédation** : inter-action naturelle où un organisme en mange un autre.

**Production primaire brute** – Production totale d'énergie par photosynthèse, sans tenir compte de l'ajustement dû à la respiration.

**Productivité** (aussi productivité primaire) : Production de matière organique à partir de matière inorganique par la photosynthèse ou chimiosynthèse.

**Profondeur extrême** – les plus profondes parties de l'océan, en ses tranchées et fosse. La plus profonde tranchée connue est la tranchée des Mariannes, atteignant la profondeur de 10,870 km / 35 640 pieds.

**Profondeurs océaniques** – partie de l'océan qui varie très peu en densité malgré les différences de profondeur. C'est dans cette zone que se trouvent 80% du volume des eaux océaniques.

**Pynocline** : zone où la densité de l'eau de mer augmente de façon rapide en gagnant de la profondeur.

**Radioactivité** : désintégration spontanée d'un ion.

**Récif artificiel** – installation posée au fond des eaux favorisant l'installation stable et durable de vie sur une substance lui étant favorable tel du métal ou du béton. Une telle installation augmente la masse de substance dure nécessaire à la croissance d'un récif.

**Récif biotique** – récif causé ou produit par des organismes vivants.

**Récif corallien** – masse linéaire de carbonate de calcium accumulée par le corail et les organismes associés.

**Réseau alimentaire** – groupe d'organismes liés entre eux par des relations alimentaires, les uns mangeant les autres.

**Restes** : sous-produit du dragage.

**Résurgence** : circulation des nutriments venant du fond vers la surface de l'océan.

**Rocher-habitat** : vie unique ou colonie de forme de vie attachée à un substrat solide tel une roche. C'est souvent le point de départ d'un récif artificiel.

**Salinité** : taux de minéraux inorganiques (sels) dissouts dans l'eau de mer. On le mesure en *parties par million* (ppm) ou en gramme par litre (kg) d'eau.

**Sessile**: qui est attaché au fond et ne peut bouger.

**Sources hydro-thermales** – surgissement d'eaux minérales et chaudes.

**Sporophyte** : étape de croissance d'une plante pendant laquelle l'organisme présente ses chromosomes en double.

**Stipe** : tige principale d'une algue, équivalent au *tronc* d'un arbre.

**Stratification thermique** : formation de différentes couches dans l'eau, en fonction de sa température.

**Substrat** : surface solide sur laquelle s'attachent ou vivent des organismes vivants.

**Sur-pêche** : collecte de ressources halieutiques qui dépasse la capacité à se reproduire de cette ressource.

**Sur-pâturage** : sur-exploitation des ressources végétales créés par l'envoi de plus de bétails aux pâturages que ceux-ci ne peuvent nourrir.

**Thermocline** : zone, dans la colonne d'eau, où la température de l'eau varie très rapidement.

**Tragédie des biens communs** : titre d'un ouvrage de Garrett Hardin (1968) dans lequel la population d'un groupe agricole voyait les profits accordés à certains et les pertes assumés par tous. Appliqué à la pêche, on dit que les bénéficiaires ne profitent qu'à ceux qui vendent le poisson, mais les frais (déclin des stocks halieutiques) sont assumés par tous.

**Trop-plein** : système urbain de collecte des eaux pluviales sur-abondantes qui ne seront pas traitées avant leur rejet en nature.

**Usages compatibles multiples** : Philosophie promue depuis 1972 aux États-Unis par la *Marine Research and Sanctuaries Act* et visant à donner voix aux multiples usagers des côtes, leurs accordant aussi des responsabilités quant à la préservation de la zone côtières.

**Viviparité non-placentaire** – méthode de reproduction par laquelle les œufs sont développés de façon interne au corps, mais sans lien avec l'utérus.

**Viviparité placentaire** : méthode de reproduction par lequel l'embryon se développe dans un sac, le placenta, d'où il tire ses nutriments.

**Zonage** (zonalité xyz) : groupe d'espèces distinctes croissant et vivant dans la zone intertidale.

**Zone aphotique** (aussi *zone profonde*) – la partie sombre des eaux, partie où la lumière solaire n'entre pas.

**Zone côtière** – territoire commençant dans l'océan et se prolongeant profondément dans les terres côtières et directement influencé par l'activité marine.

**Zone d'exclusivité économique** – zone côtière de 370 km / 200 miles au-delà de la ligne côtière qui est sujette à la juridiction exclusive d'un pays.

**Zone intertidale** – bande côtière couverte par les eaux de marée haute, mais exposée lors des marées basses.

**Zone limnique** : zone d'eau libre d'un plan d'eau.

**Zone néritique** : Zone de la côte où l'eau de mer est présente sur le plateau continental.

**Zone photique** : partie de la colonne d'eau dans laquelle la lumière solaire arrive encore à pénétrer. C'est rarement plus creux que 200 mètres / 660 pieds.

**Zone profonde** : voir zone aphotique.

**Zone supra-littorale** : zone comprise entre les hautes mers normales et les plus hautes mers de l'année.

**Zones humides** : terrain où l'eau abondante détermine les espèces végétales et animales y vivant. On inclut dans les zones humides les marais, les marécages et nombreux autres milieux

**Zooplancton** : plancton animal.

**Zooxanthelle** : plancton opérant la photosynthèse (souvent des dinoflagelles) et vivant en symbiose dans les tissus d'invertébrés (le plus souvent du corail).

**Zygote** : cellule formée par la fusion de deux gamètes; la première cellule formée après la fécondation.

## BIBLIOGRAPHIE

Beatley, T., Brower, D. & Schwab, A. *An Introduction to Coastal Zone Management*. Washington, DC: Island Press.

Charton, B. *The Facts on File Dictionary of Marine Science*. New York, 1988. Facts on File Inc.

*Covering the Coasts: A Reporter's Guide to Coastal and Marine Resources*. Washington. National Safety Council Environmental Health Center.

Davidson, O.G. *The Enchanted Braid: Coming to Terms With Nature on the Coral Reef*. New York, 1998. John Wiley & Sons, Inc.

Earle, S.A. *Sea Change: A Message of the Oceans*. New York, 1995. Fawcett Columbine/Ballantine Books.

Garrison, T. *Oceanography: An Invitation to Marine Science* (3<sup>e</sup> édition). New York, 1999. Wadsworth Publishing Company.

*The Handy Science Answer Book*. Detroit, 1994. Visible Ink Press.

Hinrichsen, D. *Coastal Waters of the World: Trends, Threats and Strategies*. Washington, 1998. Island Press.

Lalli, C & Parsons, T. *Biological Oceanography: An Introduction*. Oxford, 1993. Butterworth Heinemann.

Lerman, M. *Marine Biology: Environment, Diversity and Ecology*. Menlo Park, 1986. The Benjamin / Cummings Publishing Company.

Levinton, J. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. New York, 1995. Oxford University Press.

Norse, E.A. (ed.). *Global Marine Biological Diversity*. Washington, 1993. Island Press.

Pernetta, J. (ed.) *Philip's Atlas of the Oceans*. London, 1994. George Philip Ltd.

Pickard, G. & Emery, W. *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction*. Oxford, 1990. Butterworth Heinemann.

Ricketts, E., Calvin, J & Hedgpeth, J. *Between Pacific Tides*. Stanford, 1985. Stanford University Press.

Safina, C. *A Primer on Conserving Marine Resources*. Islip, 1992. National Audubon Society Living Oceans Program.

Seeds, M. *Horizons: Exploring the Universe*. Pacific Grove. 2000. Brooks/Cole.

Valiela, I. *Marine Ecological Processes*. New York, 1995. Springer.

Viders, H. *Marine Conservation for the 21<sup>st</sup> Century*. Flagstaff, 1995. Best Publishing Company.

Waller, G. (ed.) *Sealife: A Complete Guide to the Marine Environment*. Washington, 1996. Smithsonian Institution Press.

Wells, S. & Hanna, N. *The Greenpeace Book of Coral Reefs*. New York, 1992. Sterling Publishing Co.

## RÉVISION DES CONNAISSANCES

1. Quel est le but, quelle est la mission de la Fonction *Project AWARE* ?
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. \_\_\_\_\_
  - c. \_\_\_\_\_
2. Quels sont les deux principaux écosystèmes d'eau douce et qu'est-ce qui les distingue?
3. L'océan est composé de deux zones, la zone \_\_\_\_\_ qui est constamment dans la noirceur et la zone de lumière qu'on appelle « la zone \_\_\_\_\_ ».
4. Qu'est-ce qu'une résurgence et en quoi est-ce tellement important à la productivité et à la pêche?
5. La répartition de la zone intertidale rocheuse dépend des trois facteurs suivants :
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. \_\_\_\_\_
  - c. \_\_\_\_\_
6. Pourquoi les récifs coralliens sont-ils importants à l'environnement aquatique?
7. Énumérez quatre actions humaines qui affectent négativement l'environnement des récifs coralliens.
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. \_\_\_\_\_
  - c. \_\_\_\_\_
  - d. \_\_\_\_\_
8. Quelles sont les principales sources de pollution en milieu aquatique?
9. Quelles sont les trois raisons la chute des captures (pêche mondiale)?
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. \_\_\_\_\_
  - c. \_\_\_\_\_
10. Comment la croissance de la population humaine sur les côtes affecte-t-elle l'environnement aquatique?
11. Quel est le plus grand problème auquel doivent faire face les zones environnementales les plus grièvement touchées?
12. Quelles les étapes que devrait suivre l'industrie des pêches pour préserver la ressource?
13. Comment pouvez-vous plonger AWARE?
14. Indiquez ci-bas trois actions que pouvez-vous prendre pour retirer des déchets des eaux de façon responsable?
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. \_\_\_\_\_
  - c. \_\_\_\_\_

J'ai complété cette révision des connaissances au mieux de mes capacités et je me suis fait expliquer toutes les questions auxquelles j'ai répondu faux ou de manière incomplète et j'ai compris les erreurs que j'ai faites.

Signature : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_