

Préface
Philippe Poupon

Anaïs Joseph
avec Philippe Gouletquer



UN OCÉAN DE PROMESSES

**Cette mer qui nous nourrit,
nous soigne, nous donne
l'énergie... au **Quotidien****

éditions
Quæ

UN OCÉAN DE PROMESSES

Cette mer qui nous nourrit, nous soigne,
nous donne l'énergie... au quotidien

Anaïs Joseph
Avec Philippe Gouletquer

UN, OCÉAN DE PROMESSES

**Cette mer qui nous nourrit, nous soigne,
nous donne l'énergie... au Quotidien**

Éditions Quæ

Cette collection s'adresse à un large public, non spécialiste des sujets traités mais curieux de comprendre l'actualité. Sous la direction d'un expert scientifique, les ouvrages sont écrits par des journalistes dans un style vivant et très accessible, et couvrent des questions de société variées, comme l'alimentation, la santé, l'environnement, les nouvelles technologies... Une collection originale par son choix d'aborder ces problématiques sous l'angle de leur impact dans notre vie quotidienne.

Dans la même collection

Des drones à tout faire ?

Ce qu'ils vont changer dans ma vie au quotidien

Isabelle Bellin, avec Sylvain Labbé

2016, 200 pages

L'eau en péril ?

Une ressource à préserver au quotidien

Denis Lefèvre, avec Vazken Andréassian

2016, 168 pages

Des insectes au menu ?

Ce qui va changer dans mon alimentation au quotidien

Vincent Albouy, Jean-Michel Chardigny

2016, 184 pages

Le changement climatique

Ce qui va changer dans mon quotidien

Hélène Géli, Jean-François Soussana

2015, 168 pages

© Éditions Quæ, 2017
ISBN : 978-2-7592-2691-7

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex, France
www.quae.com

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Sommaire

Remerciements	6
Préface	7
Le grand chamboulement	9
Sauvé par le krill	10
Un océan à bout de souffle	14
La chimie verte vire au bleu	20
Vers la fin du 7 ^e continent	21
Champs et bêtes au régime des algues	27
La mer à tout faire	32
La mer dans nos assiettes	38
Pêche durable ou consommateur raisonnable?	39
L'aquaculture : planche de salut ou radeau de la méduse?	49
Algues et méduses : chaud devant !	58
La mer à notre chevet	63
Les redoutables antidotes de la mer	64
Du sang d'annélide au dispositif médical	72
Des vers de Pompéi pour se pomponner	78
Encadrer l'exploitation et redistribuer les bénéfices	81
Plus besoin de terre ferme !	88
Construire vert c'est bien, bleu c'est encore mieux!	89
neuf milliards de touristes en mer	95
« Au commencement étaient les épices »	102
Une Toile sous-marine qui vaut de l'or	107
Les mines se vident, cap sur la mer !	111
La ruée vers le sable	112
Les minéraux tant convoités	118
La fièvre de l'or noir patine dans l'océan blanc	126
Hydrates de gaz : <i>Dr. Jekyll</i> ou <i>Mr. Hyde</i> ?	128
L'exploitation... des droits mais aussi des devoirs	132
Les énergies marines renouvelables (EMR)	136
En mer, Éole est plus fort	138
On a trouvé le courant	144
Les moulins à marée	149
Vague, température, sel, faites vos jeux !	152
Des évolutions possibles pour les énergies marines	159
Conclusion	163
Postface	165
Pour en savoir plus	167

Remerciements

Nous remercions vivement tous les chercheurs qui ont contribué à ce livre, ainsi que Philippe Gouletquer, coordinateur scientifique de cet ouvrage.

Sophie Arnaud-Haond, chercheur à l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer), Station de Sète, UMR Marbec.

Sylvia Collic-Jouault, biochimiste à l'Ifremer, Centre Atlantique, laboratoire Écosystèmes microbiens et molécules marines pour les biotechnologies, Nantes.

Cyrille P. Coutansais, directeur de recherches du Centre d'études stratégiques de la Marine (Cesm), Paris.

Nicolas Desroy, chercheur à l'Ifremer, laboratoire Environnement Ressources de Bretagne Nord, Cresco, Dinard.

Yves Fouquet, géologue à l'Ifremer, Centre Bretagne, responsable du laboratoire Géochimie et métallogénie, unité Géosciences marines, Plouzané.

Didier Gascuel, ingénieur agronome à Agrocampus Ouest, directeur du Pôle halieutique, Rennes.

Michel Paillard, ingénieur spécialiste des énergies marines, à l'Ifremer, Centre Bretagne, retraité.

Sylvain Pioch, maître de conférences, R&D Biodiversité marine au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (Cefe), UMR 5175, Montpellier.

Jean-François Sassi, manager Groupe Biomasse 3G (procédés et technologies des microalgues) au Commissariat à l'énergie atomique (CEA), Centre de Cadarache, Saint-Paul-lez-Durance.

Nabil Sultan, responsable à l'Ifremer, Centre Bretagne de l'unité Géosciences marines, Plouzané.

Préface

Je suis né les pieds dans l'eau, nourri de poissons et de crustacés, ma passion est devenue la voile et la mer. J'ai sillonné les océans du monde à la force d'Éole, de l'Arctique à l'Antarctique, du Pacifique à l'Atlantique, mais très humblement, je ne les connais pas. Qui peut prétendre connaître la mer ? Il faut des vies et encore d'autres pour la comprendre et découvrir toutes ses richesses.

J'aime me promener dans les ports, voir tous ces bateaux, à Djibouti les cargos qui déchargent le charbon, en Érythrée les boutres qui embarquent les chameaux ou au Guilvinec les chalutiers qui rentrent les cales pleines de poissons pêchés en mer d'Irlande. Partout dans le monde, j'ai rencontré des pêcheurs, sur les plages du Brésil, à pied avec leurs filets, en Haïti sur leurs frêles pirogues, en Polynésie armés de harpons sur leurs poti marara, mais aussi des chalutiers russes ou japonais dans les mers les plus reculées du Pacifique Sud et de l'Antarctique. Les hommes labourent sans cesse cette mer avec leurs grands filets et leurs chaluts. La mer nourricière, la mer porteuse de ces milliers de boîtes empilées sur le pont des porte-conteneurs, la mer d'où l'on extrait le pétrole. L'océan est exploité, nous devons édicter des règles pour que nos enfants puissent encore en tirer leur nourriture, extraire les richesses enfouies dans les grands fonds et garder leurs rêves.

Pour l'Ifremer, nous rendons compte de ces observations à travers le monde. Avec nos petits capteurs placés à l'arrière du bateau, nous enregistrons la température et la salinité de l'eau depuis maintenant neuf ans sur plus de 80 000 milles de navigation autour du monde. Une aide précieuse à la compréhension de nos océans.

Nous avons besoin des scientifiques qui décortiquent la mer, avec des sondes, des robots ou par satellites pour mieux la connaître. Grâce à eux, nous avons des chiffres pour les quotas de pêche, grâce à eux, nous découvrons les richesses du fond des océans. Ils inventent les hydroliennes pour nous éclairer et nous alarment sur le réchauffement climatique.

Dans notre pays, nous avons pris conscience des problèmes environnementaux. Acteurs et amoureux de la mer, nous devons agir pour la protection des océans. Respecter les dunes et les zones sensibles proches de la mer, respecter les quotas de pêche qui se révèlent efficaces, gérer nos déchets. Il est possible de trouver un équilibre en profitant de la mer et en préservant ses richesses.

C'est l'un des enjeux des années à venir, éduquer les populations côtières, les pêcheurs professionnels ou les amateurs pour que l'équilibre permette aux poissons de se reproduire et, à nous, de limiter la pollution. Mais les gros problèmes sont ailleurs, loin de nos côtes, loin de notre France. Les pays en développement sont malheureusement en retard sur tous ces points, il nous faut les aider dans cette voie, pour que la mer ne soit plus une poubelle et pour sauvegarder les poissons et autres ressources.

À bord de *Fleur Australe*, nous essayons de raconter la mer, ceux qui vont dessus, ceux qui vont dessous, ceux qui la protègent. Nous voulons sensibiliser le plus grand nombre à cette richesse qui est mise en danger par l'homme lui-même. Nous souhaitons la faire connaître pour mieux la comprendre et mieux la protéger. Nous voulons aussi donner du rêve, une philosophie, une sagesse que j'ai trouvée en mer, loin des côtes, loin du monde, mais aussi en marchant sur la plage, les pieds dans l'eau.

Philippe Poupon
Navigateur

1

LE GRAND CHAMBOULEMENT

*« Nos océans nous nourrissent,
nous protègent, régulent notre climat... »*

*Barack Obama
2016 Our Ocean Conference*

En lisant « poumon vert de la Terre », vous penserez aussitôt aux forêts et en particulier à l'Amazonie. Cette association est bien naturelle aux animaux terrestres que nous sommes : l'oxygène atmosphérique vient principalement des organismes photosynthétiques avec pour chef de file, les arbres. Mais en réalité, l'océan est au cœur de cette dynamique grâce au phytoplancton. En émettant de l'oxygène depuis des milliers et des milliers d'années, les organismes marins ont fortement contribué à la production d'oxygène. De nos jours, près de 50 % de l'oxygène proviennent des océans.

Par ailleurs, l'océan a absorbé un quart des émissions anthropiques de gaz carbonique (CO₂) depuis l'ère industrielle, soit 135 milliards de tonnes ! À la fois destructeur de dioxyde de carbone et pourvoyeur d'oxygène, l'océan est pour nous autres humains un grand bol d'air. Le rôle clé qu'il joue dans la régulation de la composition de l'atmosphère est aujourd'hui mis en péril. La détérioration

de ses fonctions pourrait avoir un effet rétroactif : l'amplification des impacts du changement climatique.

Les premières espèces menacées par ces détériorations sont bien sûr les habitants de la mer. De la plus grande espèce sur terre, la baleine bleue, jusqu'à la plus petite forme de microbe, l'océan recèle une prodigieuse biodiversité... mais pour combien de temps encore ? Face aux menaces climatiques, les espèces n'ont d'autres choix que de migrer, s'adapter ou périr. Dans tous les cas, il faut s'attendre à ce que l'océan, tel que nous l'avons connu, ne soit plus le même en 2100.

SAUVÉ PAR LE KRILL

Vous n'avez peut-être jamais entendu parler du krill alors que son éminente représentante *Euphausia superba* est l'une des espèces les plus abondantes sur terre. Le krill, qui regroupe 85 espèces de petits crustacés zooplanctoniques, est l'une des dernières grandes ressources sauvages de la planète. *Euphausia superba* ressemble à une petite crevette ayant la particularité d'émettre de la lumière pendant quelques secondes dans certains points de son corps. Lorsque 10 000 à 30 000 individus par mètre cube se regroupent en essaim, cela forme alors d'étranges constellations mouvantes. Présent dans toutes les mers du globe, le krill constitue dans l'océan Austral une source importante de nourriture pour les cétacés, les phoques, les manchots, les calmars et les poissons. C'est une espèce clé de cet écosystème. Depuis les années 1970, sa population a diminué de 80 %, voire 90 %, d'après les estimations. Les scientifiques sont partagés quant à la véritable cause de cet effondrement : acidification des océans ? changement climatique ? recrudescence des prédateurs (les baleines) ?... sans parler de la surpêche qui cible ces espèces ! Effet

conjugué de ces différents facteurs? Quelles que soient les causes passées, le changement climatique pourrait à l'avenir avoir une influence majeure. Selon une étude parue en 2016 dans *Geophysical Research Letters*, la fonte des glaces et le réchauffement pourraient réduire de 80 % l'habitat des krills d'Antarctique d'ici la fin du siècle. Habituellement, les juvéniles se réfugient sous la calotte glaciaire formée au début de l'hiver afin d'y trouver un abri et des algues pour se nourrir. Selon les prévisions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), cette glace devrait se constituer avec un retard de 90 jours d'ici 2100. Le GIEC prévoit également une élévation de 2 °C à la surface de l'océan Austral. Les petites larves, qui remontent pour chercher de la nourriture après avoir éclos à des profondeurs de 1 000 mètres, pourraient ne pas supporter un tel différentiel.

L'Antarctique est une nappe blanche cousue de fils noirs que les scientifiques tentent de mettre au jour. Sans la topographie du plancher océanique et l'épaisseur de la glace, il est compliqué de l'étudier. Aussi, ce fut une surprise générale en avril 2017 lorsque des glaciologues américains démontrèrent l'existence d'un vaste réseau de voies praticables sur les plateaux de glace. Leur étude, publiée dans la revue *Nature*, dénombre près de 700 cours d'eau saisonniers dont certains atteignent 120 kilomètres de long. Les scientifiques ne s'attendaient pas à trouver un maillage aussi dense et étendu. Pour parvenir à ce résultat, les glaciologues ont rassemblé les données extraites d'images satellitaires, de photos prises d'avions militaires et de notes inscrites dans les journaux centenaires d'explorateurs polaires comme Robert Falcon Scott qui mena la tragique expédition *Terra Nova* (1910-1913). Certaines des chutes d'eau, recensées dans l'étude de l'université de Columbia, existaient avant le changement climatique

mais les scénarios prévoyant l'évolution de l'Antarctique s'en trouvent modifiés. Par exemple, l'écoulement de l'eau sur de longues distances accentue la fonte des glaces, ce qui pourrait intensifier les impacts du changement climatique. Aussi, malgré ces incertitudes, tous les indicateurs vont dans le sens d'une dégradation du milieu dans lequel évolue *Euphausia superba*.

Menacé par le réchauffement climatique, le krill l'est aussi par la pêche. Une fois à bord des bateaux-usines de Norvège, Pologne, Russie, Chine, Corée du Sud et Japon, *Euphausia superba* est transformé en farine ou en tablettes pour la consommation des animaux d'élevage. La production de farine et d'huile à base de poisson étant en recul, le krill est apparu à certains comme une nouvelle source d'acides gras. D'après les chiffres de l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 300 000 tonnes de krill antarctique ont été prélevées en 2014, un niveau jamais atteint depuis le début des années 1990 suite à la création de la Commission pour la conservation de la faune et de la flore marine de l'Antarctique (CCAMLR). Cette commission avait été établie, en 1982, dans l'objectif de faire face à l'intérêt commercial grandissant pour le krill, l'une des principales ressources de l'écosystème de l'Antarctique. Toutefois, les mesures de conservation engagées n'ont pas été assez significatives contrairement à celles des États-Unis où la pêche au krill est interdite depuis 2009 sur la côte ouest. Pour les Américains, l'objectif était de préserver les pingouins qui se nourrissent quasi exclusivement de krill, les baleines bleues qui en avalent quatre tonnes par jour et l'écosystème marin dans son ensemble. D'après *Mission Bleue*, l'organisation de la célèbre océanographe Sylvia Earle, le retour de 2 200 baleines bleues le long de la Californie, serait en partie lié à la sauvegarde du krill. Autour du

globe, c'est le seul signe de reconstitution d'une population du plus grand des cétacés.

Fin 2016, la Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique a finalement obtenu des plus réticents (la Chine et la Russie) un accord pour protéger efficacement le krill en Antarctique : le consentement à la création d'un sanctuaire marin. Une vaste échancrure sur la côte ouest du continent a été désignée « aire marine protégée » (AMP). Elle est située dans la mer de Ross considérée comme « le dernier océan » indemne des effets de l'activité humaine. Cette mer abriterait 38 % des manchots Adélie, 25 % des manchots empereurs, 30 % des pétrels antarctique, 6 % des baleines Mink... C'est aussi une zone abondante de krill et de légine, poisson très apprécié surnommé « l'or blanc » de l'Antarctique. Ces enjeux économiques rendaient nécessaire la création d'un sanctuaire marin. Avec 1,57 million de kilomètres carrés, c'est l'équivalent de la France, de l'Allemagne et de l'Espagne réunis qui a été sanctuarisé, soit la plus grande aire marine protégée au monde. Perçue comme un éden par les naturalistes, cette zone devrait permettre au krill de n'avoir plus qu'une pression à subir, celle du changement climatique — pendant 35 ans au moins — car l'accord signé est limité dans le temps. Autre bémol : l'interdiction totale de pêche n'est valable que sur 1,12 million de kilomètres carrés. On pourrait s'attendre à ce que toute forme de pêche soit prohibée mais non, la réglementation au sein des AMP dépend du statut de chaque zone considérée. En France par exemple, 22 % du domaine marin sont classés « aire marine protégée » mais chacune des aires prises séparément répond à une réglementation différente : site *Natura 2000*, parc naturel, parc national, réserve naturelle, zone de protection de biotope, sanctuaire *Pelagos* (Méditerranée) ou *Agoa* (Antilles).

Dans certains cas, les réglementations se rapprochent d'une mise sous cloche de l'environnement mais, dans la plupart des cas, elles tentent de faire coexister protection et exploitation raisonnable. À l'Agence française pour la biodiversité (AFB), des démarches sont engagées afin d'harmoniser ces systèmes et de donner une vision claire de la vocation d'une aire marine protégée. En attendant, dans la mer de Ross, la création d'une aire marine protégée est un signe fort qui scelle pour la première fois un accord entre 24 États sur un espace marin n'appartenant à personne.

UN OCÉAN À BOUT DE SOUFFLE

L'océan, une pompe à carbone qui se trouve à bout de souffle. Depuis l'ère industrielle, l'océan a permis d'atténuer l'effet de serre en soustrayant de l'atmosphère un quart du CO₂ émis par les hommes, mais ce « service rendu » a un coût : l'acidification de l'eau de mer. La dissolution du CO₂ dans la mer a entraîné en particulier une augmentation de 30 % de l'acidité des océans. Si les émissions humaines se poursuivent au rythme actuel, l'acidité pourrait augmenter de 170 % par rapport au niveau préindustriel... Plusieurs travaux scientifiques ont montré que ce phénomène rendait plus difficile la fabrication des structures calcifiées, pourtant nécessaires aux coraux, aux mollusques et au phytoplancton. Les foraminifères (organismes planctoniques) et les ptéropodes (mollusques planctoniques) sont parmi les plus fragiles. Des études menées en laboratoire ont également démontré que ce phénomène limitait la calcification de la moule comestible (*Mytilus edulis*) et de l'huître du Pacifique (*Crassostrea gigas*). Si l'on projette ces résultats en l'an 2100, période à laquelle les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère auront doublé, d'après les esti-

mations du GIEC, la moule construira sa coquille 25 % moins rapidement qu'aujourd'hui (l'huître, 10 %). D'ores et déjà, les ostréiculteurs au Nord-Ouest des États-Unis enregistrent depuis 2006 de fortes mortalités. Une étude menée avec l'écloserie de Whiskey Creek, dans l'Oregon, relie ces mortalités d'huîtres à la baisse du pH de l'eau de mer.

Parce qu'elle empêche la construction des squelettes calcifiés, l'acidité océanique limite la croissance du corail. Emblématique de la détérioration du milieu océanique, cet organisme est doublement affecté par les émissions anthropiques : l'acidification altère son développement et le réchauffement climatique le détruit. Lorsque le milieu n'est pas perturbé, le corail vit en symbiose avec une microalgue appelée zooxanthelle. À travers la photosynthèse, celle-ci transforme l'énergie lumineuse en une énergie chimique qui prend la forme de sucres, d'acides aminés et autres composés organiques vitaux pour le corail. « Stressé » par l'élévation des températures, le corail expulse son hôte et les pigments qu'il contient. Devenu translucide, l'animal laisse apparaître la blancheur de son squelette. On parle de blanchiment du corail. Si la température ne redescend pas rapidement, le corail meurt progressivement, faute d'énergie et de nutriments. Le blanchiment massif des coraux en cours, en 2017, représente le 4^e épisode mondial de ce processus depuis 1997 ! On considère que 20 % des coraux ont ainsi été détruits, 15 % sont endommagés et risquent de disparaître d'ici 10 ans et 20 % sont menacés d'ici 40 ans. En 1998, *El Niño* a fortement réchauffé les eaux de surface du Pacifique équatorial, générant la disparition d'au moins 16 % des récifs de la planète en six mois. Au milieu du siècle, la moitié des plus grands ingénieurs sur terre, à l'origine d'une barrière de 2 300 kilomètres de long en

Australie et de 1 600 kilomètres en Nouvelle-Calédonie, — par ailleurs classée au patrimoine mondial de l'Unesco — pourrait avoir disparu. Alors qu'ils couvrent moins de 0,2 % de la superficie des océans, les récifs coralliens abritent environ un tiers de toutes les espèces marines connues à ce jour. Cette oasis de vie aide 500 millions d'humains à subvenir à leurs besoins par la pêche et garantit de nombreux services : protection des côtes contre l'érosion, tourisme...

Tous les scientifiques s'accordent à dire que le paysage marin de 2100 ne pourra pas être celui que l'on connaît aujourd'hui. Au-delà des coraux tropicaux emblématiques, les régions polaires présentent d'ores et déjà les changements les plus abrupts, deux fois plus rapides que dans l'océan mondial. Reste à savoir s'il y a encore une chance de maintenir en 2100 les fonctions écologiques et les services aujourd'hui remplis par les coraux. Les recherches ne sont pas assez nombreuses et longues pour émettre des conclusions robustes mais de récentes observations montrent que certains coraux parviennent à s'adapter. C'est le cas de *Acropora hyacinthus*, une espèce dotée d'un pied puissant, surmonté d'une forme tabulaire. Il existe un large éventail de formes et de couleurs chez les 400 espèces de corail recensées : le corail chou-fleur dont la forme en boule évoque bien sûr le légume, le corail de feu en plaque qui possède des sortes de flammèches piquantes comme des méduses, ou encore, *Acropora hyacinthus* avec son allure de champignon plat pouvant occuper jusqu'à 5 mètres de diamètre. En 2014, des biologistes de la station marine Hopkins à l'université de Stanford ont montré que cette espèce pouvait résister à des températures de 35 °C. Depuis, plusieurs études tentent de comprendre les mécanismes d'acclimatation observés chez certaines espèces. *Tara Océans*, le populaire

navire destiné à la recherche scientifique, est parti en 2016 pour deux années de missions portant précisément sur ce sujet.

Tout comme certaines espèces semblent mieux tolérer la montée du mercure, une récente recherche du Centre d'excellence d'études du corail récifal montre qu'une adaptation à l'acidification est possible. Les spécialistes de l'université d'Australie occidentale ont découvert chez certaines algues encroûtantes une modification dans leurs réponses chimiques à la baisse du pH. Appelées corallines, ces algues rouges sont essentielles pour consolider les édifices coralliens. Imprégnées de calcaire, elles prennent parfois un aspect pierreux. Sous nos latitudes, on les retrouve sous la forme de tâches rosâtres sur des substrats rocheux, des algues ou des posidonies (herbes marines). L'étude australienne montre que plusieurs corallines auraient une capacité d'adaptation. Sur ce sujet, les études réalisées depuis une dizaine d'années n'aboutissent pas toujours à des résultats cohérents. Ainsi, l'espoir suscité chez certains spécialistes par la découverte de ces formes d'adaptation n'est pas partagé par tous : « Ce ne sont pas quelques espèces de corail résistantes qui permettront de maintenir les récifs coralliens tels qu'on les connaît aujourd'hui » rappelle Jean-Pierre Gattuso, directeur de recherches au CNRS et grand spécialiste de l'acidification des océans à l'Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer. D'ailleurs, la stratégie mondiale de préservation des océans n'est pas ciblée sur les espèces mais sur les écosystèmes dans leur globalité. Chaque État signataire de la Convention sur la biodiversité biologique a pour objectif de transformer 10 % de ses eaux marines en aires marines protégées d'ici 2020. Par ailleurs, pour envisager pleinement les facultés d'adaptation des organismes marins à long terme, des perturbations autres que celle de l'acidité sont également à prendre en compte :

outre le réchauffement de l'eau de mer (0,7 °C depuis cent ans et jusqu'à 3 °C d'ici 2100), l'autre perturbation d'ordre global est la désoxygénation de l'océan.

Aujourd'hui, la photosynthèse du phytoplancton marin a produit au cours de millions d'années la moitié de l'oxygène que nous respirons. En 2100, l'océan pourrait perdre 1 à 7 % de sa quantité globale d'oxygène. Plusieurs phénomènes interagissent. Le plus connu est certainement l'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'organismes photosynthétiques jusqu'à l'étouffement d'un milieu. En zone côtière, l'eutrophisation liée aux activités humaines (en particulier l'agriculture qui utilise des fertilisants chimiques et les eaux usées riches en nutriments pour les algues) a parfois donné lieu à de spectaculaires « zones mortes » (voir « *La mer dans nos assiettes* »). Lorsque de tels phénomènes surviennent, les responsables politiques prennent des mesures locales ou régionales pour limiter les apports en nutriments dans les rivières et estuaires. Au large, la diminution de l'oxygène est moins visible et plus insidieuse. Ce sont les lois de la chimie qui répondent au réchauffement climatique : une élévation de la température diminue la solubilité de l'oxygène dans l'eau. Elle modifie également la densité de l'eau avec pour conséquence un ralentissement des échanges entre les eaux de surface et de profondeur. Sans ce brassage, l'oxygène qui est dissous en surface pénètre moins facilement les eaux intermédiaires (200 à 2 000 mètres). Dans les régions tropicales où la quantité d'oxygène dissous diminue fortement, on parle de « zone minimum d'oxygène ». Dans l'Est de l'Atlantique tropical, ce plafond remonte d'un mètre par an depuis 50 ans. Cela « comprime » l'habitat des poissons.

Le plus inquiétant dans le trio destructeur « désoxygénation, acidification, réchauffement » est la mise en danger