

LES EFFETS QUE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LES MODIFICATIONS QU'ILS ENTRAÎNENT DANS L'ATMOSPHERE ONT SUR L'OCÉAN

RÉSUMÉ TECHNIQUE DE LA PREMIÈRE ÉVALUATION MONDIALE INTÉGRÉE DU MILIEU MARIN



NATIONS UNIES

**MÉCANISME DE NOTIFICATION ET D'ÉVALUATION
SYSTÉMATIQUES À L'ÉCHELLE MONDIALE
DE L'ÉTAT DU MILIEU MARIN, Y COMPRIS
LES ASPECTS SOCIOÉCONOMIQUES**

**LES EFFETS QUE LES CHANGEMENTS
CLIMATIQUES ET LES MODIFICATIONS
QU'ILS ENTRAÎNENT DANS
L'ATMOSPHÈRE ONT SUR L'OCÉAN**

RÉSUMÉ TECHNIQUE DE LA PREMIÈRE ÉVALUATION
MONDIALE INTÉGRÉE DU MILIEU MARIN



NATIONS UNIES

Avertissement

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent, citations, cartes et bibliographie comprises, n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

En outre, les frontières et noms indiqués et les appellations employées dans la présente publication n'impliquent ni reconnaissance ni acceptation officielles de la part de l'Organisation des Nations Unies.

Aucun élément d'information concernant des mesures ou des décisions prises par certains États ne saurait impliquer reconnaissance, de la part de l'Organisation des Nations Unies, de la validité des mesures et décisions en question, ni préjuger de la position de tel ou tel État Membre de l'Organisation.

Les membres du Groupe d'experts et les personnes inscrites sur la liste d'experts qui ont participé à la rédaction de la première Évaluation mondiale intégrée du milieu marin ont apporté leur concours à titre personnel. Ils ne représentent aucun gouvernement, autorité ou organisation.

Crédit photo de la page de couverture :
Markus Roth

eISBN 978-92-1-361387-0
Copyright © Nations Unies, 2017
Tous droits réservés
Imprimé aux Nations Unies, New York

Table des matières

Objet et méthode d'élaboration du résumé technique	vii
Remerciements	viii
I. Principaux enjeux	1
II. Changements océaniques liés aux changements climatiques et aux modifications atmosphériques correspondantes	3
A. Température des mers	3
B. Élévation du niveau des mers	4
C. Acidification des océans	4
D. Salinité	4
E. Stratification.....	5
F. Circulation océanique.....	5
G. Effets des tempêtes et autres phénomènes météorologiques extrêmes	5
H. Baisse de la concentration d'oxygène dissous (désoxygénation ou hypoxie)	6
I. Rayonnement ultraviolet et couche d'ozone	6
III. Conséquences environnementales et socioéconomiques	9
A. Effets cumulatifs.....	9
B. Altérations du réseau trophique.....	9
C. Plancton	10
D. Algues et herbiers de phanérogames marines	10
E. Mangroves	10
F. Coraux	11
G. Répartition géographique des stocks halieutiques.....	12
H. Productivité des mollusques et crustacés	14
I. Eutrophisation.....	16
J. Inondations et érosion des côtes	16
K. Fonte de glaces de mer dans les hautes latitudes et effets associés	16
L. Risques pour les communications	17
IV. Conclusion	19



Credit photo - Markus Roth

Objet et méthode d'élaboration du résumé technique

Le présent résumé technique s'appuie sur la première Évaluation mondiale intégrée du milieu marin (première Évaluation mondiale des océans), publiée en janvier 2016, et en particulier sur le résumé de cette évaluation, dont la teneur a été approuvée par l'Assemblée générale en décembre 2015¹. Il a été rédigé conformément au programme de travail pour le deuxième cycle (2017-2020) du Mécanisme de notification et d'évaluation systématiques à l'échelle mondiale de l'état du milieu marin, y compris les aspects socioéconomiques. Établi en août 2016 par le Groupe de travail spécial plénier sur le Mécanisme et entériné en décembre 2016 par l'Assemblée générale², le programme de travail prévoit, entre autres, un appui à d'autres mécanismes intergouvernementaux relatifs aux océans, notamment la rédaction de résumés techniques adaptés aux besoins de tels mécanismes, comme celui de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et le Processus consultatif informel ouvert à tous sur les océans et le droit de la mer, dont les débats, en 2017, ont pour thème « Les effets des changements climatiques sur les océans³ ». À cet égard, il convient de noter que le résumé technique constitue une synthèse des informations figurant dans la première Évaluation mondiale

des océans et qu'il n'apporte aucun élément nouveau ni aucune interprétation récente de ces informations.

En ce qui concerne le climat, l'Évaluation mondiale des océans repose sur les travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, comme le prescrit le plan général de la première Évaluation entériné par l'Assemblée générale. Il en va de même pour le présent résumé technique.

Le résumé technique a été établi par le Groupe d'experts du Mécanisme de notification et d'évaluation systématiques à l'échelle mondiale de l'état du milieu marin constitué pour le deuxième cycle du Mécanisme, en s'appuyant sur le plan d'ensemble qu'il a lui-même défini et que le Bureau du Groupe de travail spécial plénier a ensuite examiné. Certains des membres de la liste d'experts du Mécanisme qui ont contribué à la première Évaluation mondiale des océans ont pris part à l'examen, aux côtés des membres du Groupe d'experts du Mécanisme, du secrétariat du Mécanisme (à savoir la Division des affaires maritimes et du droit de la mer du Bureau des affaires juridiques du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies) et du Bureau du Groupe de travail spécial plénier. Le secrétariat du Mécanisme a en outre apporté son aide au Groupe d'experts pour arrêter la version définitive du résumé technique. Le Bureau du Groupe de travail spécial plénier sur le Mécanisme envisage de présenter le résumé technique aux réunions organisées au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et du Processus consultatif informel ouvert à tous sur les océans et le droit de la mer.

¹ Résolution 70/235 de l'Assemblée générale, par. 266. La version intégrale de la première Évaluation mondiale des océans (en anglais seulement) et son résumé sont disponibles à l'adresse suivante : www.un.org/depts/los/rp.

² Résolution 71/257 de l'Assemblée générale, par. 299.

³ Ibid., par. 339.

Remerciements

On trouvera ci-après le nom des experts ayant contribué à la rédaction du résumé technique sous les auspices de l'Assemblée générale et, plus particulièrement, du Mécanisme de notification et d'évaluation systématiques à l'échelle mondiale de l'état du milieu marin, y compris les aspects socioéconomiques :

Groupe d'experts du Mécanisme de notification et d'évaluation systématiques à l'échelle mondiale de l'état du milieu marin

Renison Ruwa et Alan Simcock (coordonnateurs)

Maria João Bebianno, Hilconida P. Calumpong, Sanae Chiba, Karen Evans, Osman Keh Kamara, Enrique Marschoff, Michelle McClure, Essam Yassin Mohammed, Chul Park, L. Ylenia Randrianarisoa, Marco Espino Sanchez, Anastasia Strati, Joshua Tuhumwire, Thanh Ca Vu, Juying Wang et Tymon Przemyslaw Zielinski

Membres de la liste d'experts constituée pour le premier cycle du Mécanisme

Peter Auster, Maurizio Azzaro, Ratana Chuenpagdee, Marta Coll Monton, Erik Cordes, Mark Costello, Lars Golmen, Elise Granek, Jeroen Ingels, Lis Lindal Jørgensen, James Kelley, Ellen Kenchington, Sung Yong Kim, Ramalingaran Kirubakaran, Lisa A. Levin, Anna Metaxas, Pablo Muniz Maciel, Clodette Raharimananirina, Zacharie Sohou, Carlos Garcia-Soto, Cecilie von Quillfeldt, Colin D. Woodroffe et Moriaki Yasuhara



Credit photo : Edwar Herreño



Crédit photo : Anders Nyberg

I. Principaux enjeux

1. Les océans et l'atmosphère sont deux systèmes interconnectés. Tous deux subissent l'influence des changements climatiques et notamment se réchauffent. Entre 1971 et 2010, les océans ont absorbé environ 93 % de toute la chaleur excédentaire contenue dans l'air, la mer et la terre réchauffés et dans la glace fondue. Dans les océans, ce sont non seulement les eaux de surface qui se réchauffent mais aussi les couches plus profondes. Les échanges thermiques entre les océans et l'atmosphère entraînent une modification des vents et des événements tels que le phénomène El Niño-oscillation australe, qui à leur tour font varier les courants et les vagues océaniques.

2. L'augmentation des températures risque d'avoir des répercussions sur la répartition géographique, la reproduction et l'abondance de bon nombre d'espèces marines. Ainsi, la répartition des espèces de poissons est déjà en train de se modifier dans certaines parties du monde. De même, les récifs coralliens sont déjà sujets à des incidents de blanchissement à répétition sous l'effet de la hausse des températures, et les dommages qui en résultent pour ces récifs auront un effet tant sur la pêche industrielle que sur la pêche commerciale artisanale des espèces qui en dépendent. De plus, dans les eaux marines plus chaudes, le petit plancton pauvre en nutriments risque de proliférer et le gros plancton riche en nutriments de se raréfier, avec des conséquences imprévisibles sur le réseau alimentaire marin.

3. Les océans ont par ailleurs absorbé la majeure partie du dioxyde de carbone émis ces dernières décennies, entraînant une acidification sans précédent du milieu marin, à des rythmes différents selon les régions du monde. Cette évolution a notamment pour conséquence de faire diminuer la concentration des ions carbonate, dont le plancton, les coraux et les mollusques et les crustacés ont besoin pour former et conserver une structure solide. La pêche aux mollusques et aux crustacés et les récifs coralliens, ainsi que les pêches qui en dépendent, risquent de décliner. En outre, les effets sur certaines espèces de plancton pourraient entraîner une modification radicale des réseaux alimentaires marins.

4. Le niveau des mers monte. On estime que, d'ici à 2100, le niveau médian aura augmenté de 1 mètre par rapport au niveau de 1980-1999. L'élévation du niveau des mers sera inégale d'une région à l'autre de la planète. En conséquence, certaines régions côtières risquent d'être submergées et d'être plus fréquemment sujettes aux raz de marée, avec des répercussions sur la répartition des services fournis par certains habitats côtiers, comme les mangroves. L'érosion des zones littorales devrait également s'intensifier.

5. Les zones d'eutrophisation (surabondance de nutriments) et d'hypoxie (manque d'oxygène) se multiplient sous l'effet de l'accroissement de la stratification et de la diminution du mélange se produisant à l'intérieur de la colonne d'eau océanique, ainsi que de la modification des courants ascendants. Les zones hypoxiques (zones mortes, où la quantité d'oxygène est insuffisante pour permettre à la vie de se développer) et les zones hypoxiques sont aussi de plus en plus nombreuses, ce qui a des conséquences pour les organismes qui y vivent et pour les pêches qui en dépendent.

6. Les calottes polaires s'amenuiseront ou disparaîtront, avec des incidences sur la production d'algues glaciaires, qui sont l'une des composantes essentielles des réseaux trophiques arctiques et antarctiques. Les espèces qui dépendent des algues glaciaires, comme le krill dans l'océan Austral, en pâtiront, tout comme les nombreuses espèces qui s'en nourrissent, notamment les baleines et certaines espèces de poissons présentant un intérêt commercial. L'ouverture de l'Arctique au transport maritime et autres activités humaines pourrait s'accompagner de risques accrus de pollution dans cette région.

7. Dans l'ensemble, les effets cumulatifs sur les réseaux alimentaires et systèmes marins risquent d'être importants et imprévisibles en raison des différentes vitesses de migration des espèces, des conséquences inattendues des changements touchant les éléments de l'écosystème et de la modification de la circulation océanique.



Crédit photo : Ellen Cuylaerts

II. Changements océaniques liés aux changements climatiques et aux modifications atmosphériques correspondantes

8. Les océans et l'atmosphère de la planète sont étroitement liés et forment un système complexe. Les vents qui soufflent à la surface des océans transfèrent un mouvement et une énergie mécanique à l'eau, ce qui génère les vagues et les courants. L'océan dégage de l'énergie sous forme de chaleur, qui alimente en grande partie les mouvements atmosphériques. Des transferts de chaleur se produisent aussi de l'atmosphère à l'océan, causant l'augmentation de la température des eaux. De la même manière, il se produit des échanges de gaz entre l'océan et l'atmosphère. Ainsi, le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère est absorbé par l'océan, qui à son tour libère de l'oxygène dans l'atmosphère. Par conséquent, les principales caractéristiques du milieu marin évoluent sensiblement sous l'effet de l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère et des modifications atmosphériques qui en résultent.

A. Température des mers

9. La masse considérable et la haute capacité calorifique du milieu marin lui permettent d'emmagasiner d'énormes quantités d'énergie : 1 000 fois plus que celle qu'on trouve dans l'atmosphère, pour une hausse de température équivalente. La terre absorbe plus de chaleur qu'elle n'en renvoie dans l'espace, et presque toute cette chaleur excédentaire rejoint l'océan et y reste stockée. Entre 1971 et 2010, l'océan a absorbé environ 93 % de toute la chaleur excédentaire contenue dans l'air, la mer et la terre réchauffés et dans la glace fondue. Dans son cinquième rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a réaffirmé sa conclusion selon laquelle les températures de surface océanique de la planète ont augmenté depuis la fin du XIX^e siècle. La température de la couche supérieure des océans (jusqu'à environ 700 mètres de profondeur), et donc son contenu calorifique, varie sur de multiples échelles temporelles, y compris les périodes saisonnières, interannuelles (par

exemple, celles qui sont associées au phénomène El Niño-oscillation australe), décennales et séculaires. Les tendances observées au niveau des températures océaniques à profondeur constante entre 1971 et 2010 sont positives (autrement dit, elles témoignent d'un réchauffement) pour la plus grande partie du globe. Le réchauffement est plus marqué dans l'hémisphère Nord, en particulier l'Atlantique Nord, mais il diffère grandement d'une région à l'autre. Les tendances observées en ce qui concerne la température moyenne à zone égale de la surface des océans font apparaître un réchauffement dans pratiquement toutes les latitudes et toutes les profondeurs. Toutefois, le volume océanique plus important de l'hémisphère Sud accroît la contribution de son réchauffement au contenu thermique des océans.

10. Au cours des trente dernières années, quelque 70 % des zones côtières du monde ont connu des hausses sensibles de la température de la surface océanique. Cette hausse s'est accompagnée d'une augmentation du nombre annuel de jours extrêmement chauds le long de 38 % des zones côtières de la planète. Le réchauffement saisonnier se produit par ailleurs nettement plus tôt dans l'année le long d'environ 36 % des zones côtières tempérées, entre 30° et 60° de latitude dans les deux hémisphères.

11. La couche supérieure des océans n'est pas la seule à se réchauffer : le réchauffement des océans a été aussi observé dans de nombreux habitats des grands fonds et il est particulièrement notable dans les mers marginales. On constate notamment que le réchauffement de la Méditerranée entre 1950 et 2000 a eu des répercussions sur les milieux des grands fonds, les coraux d'eaux froides ayant particulièrement été touchés (chap. 5, 36.A, 36.F et 42¹).

¹ Dans le présent résumé technique, les chapitres auxquels il est fait référence à la fin de certains paragraphes sont ceux de la première Évaluation mondiale des océans (disponible à l'adresse www.un.org/depts/los/rp). Placée à la fin d'un pa-

B. Élévation du niveau des mers

12. Il est très probable que les maxima des valeurs extrêmes du niveau des mers aient déjà augmenté à l'échelle planétaire depuis les années 70, principalement du fait de l'élévation moyenne mondiale. La moyenne mondiale du niveau des mers a augmenté de 3,2 millimètres par an durant les vingt dernières années. Un tiers de cette hausse est le résultat de la dilatation thermique de l'océan due au réchauffement d'origine anthropique. Une partie du reste tient aux flux d'eau douce en provenance des continents, qui ont augmenté du fait de la fonte des glaciers et des calottes glaciaires continentales.

13. L'évolution régionale et locale du niveau des mers est également influencée par des facteurs naturels, comme la variabilité régionale des vents et des courants océaniques, les déplacements verticaux de la masse terrestre et l'ajustement du niveau des sols sous l'effet de la variation des pressions physiques qui s'exercent sur eux (par exemple, en raison du mouvement des plaques tectoniques), combinés aux incidences des activités humaines telles que le changement d'affectation des terres et le développement littoral. En conséquence, le niveau des mers augmentera plus que la moyenne mondiale dans certaines régions et baissera dans d'autres. Un réchauffement de 4 °C à l'horizon 2100 (comme le prévoit, dans le cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le scénario basé sur l'hypothèse des émissions les plus élevées) aboutirait, d'ici à la fin de cette période, à une hausse moyenne du niveau des mers de 1 mètre au-dessus des niveaux de la période 1980-1999 (chap. 4).

C. Acidification des océans

14. Les concentrations croissantes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère entraînent une augmentation de l'absorption de ce gaz par l'océan. Ce dernier absorbe ainsi environ 26 % des émissions croissantes du dioxyde de carbone anthropique, qui réagit avec l'eau de mer pour former de l'acide carbonique, phénomène appelé « acidification des océans ». En chimie, on détermine si un liquide est acide ou basique (alcalin) en mesurant son pH : plus ce chiffre est bas, plus

le liquide est acide. Depuis 25 millions d'années, le pH moyen des océans est resté relativement constant, entre 8,0 et 8,2, avec des variations saisonnières et spatiales. Mais au cours des trente dernières années, le pH des océans a baissé et, si les émissions de dioxyde de carbone demeurent au niveau actuel, les modèles laissent à penser que le pH moyen des océans pourrait atteindre 7,8 à l'horizon 2100. Cette baisse va bien au-delà de l'amplitude moyenne du pH à n'importe quel autre moment de l'histoire géologique récente. Cette baisse du pH entraîne une diminution de la concentration des ions carbonate dans l'eau de mer. En général, parce que l'océan se mélange plus lentement que l'atmosphère, l'absorption de dioxyde de carbone est bien plus importante dans les couches d'eau supérieures (jusqu'à une profondeur d'environ 400 mètres), où l'activité biologique est la plus importante.

D. Salinité

15. Parallèlement au réchauffement de l'océan à grande échelle, il se produit également des changements au niveau de la salinité (teneur en sel) de l'océan. Les variations de la salinité des océans résultent de différences dans l'équilibre entre les apports d'eau douce (provenant des fleuves et rivières, ainsi que de la fonte des glaciers et des calottes glaciaires), les pluies et l'évaporation, qui subissent tous les conséquences des phénomènes climatiques naturels et des changements climatiques. La modification des régimes pluviométriques à grande échelle aura une incidence sur la salinité de l'océan, dans la mesure où la hausse des précipitations entraînera une augmentation de la dilution et, par conséquent, une baisse de la salinité, tandis que la diminution des précipitations produira l'effet inverse. Les changements observés dans la salinité de l'océan, calculés au moyen d'un système d'observation de données historiques sommaires, donnent à penser que les zones enregistrant de faibles précipitations et une évaporation importante, telles que les régions subtropicales océaniques, sont devenues plus salines, tandis que les zones marquées par des précipitations importantes et une faible évaporation, telles que les eaux équatoriales des océans Pacifique et Indien, sont devenues moins salines. Les différences de salinité se répercutent sur la densité de l'eau, qui détermine la circulation océanique. L'évolution actuelle de la salinité de l'océan aura probablement des répercussions sur la circulation et la stratification de l'eau de mer (chap. 4 et 5).

ragraphe, la référence à un ou plusieurs chapitres s'applique également aux paragraphes antérieurs pour lesquels aucune référence n'est indiquée. Le texte des paragraphes concernés est tiré de ces chapitres.

E. Stratification

16. Les différences de salinité et de température d'une masse d'eau de mer à une autre produit une stratification, c'est-à-dire des couches horizontales d'eau de mer aux échanges limités. Des augmentations du degré de stratification, qui se traduisent par des changements de température et de salinité, ont été observées dans le monde entier, en particulier dans le Pacifique Nord et plus généralement au nord du 40^e parallèle sud. L'augmentation de la stratification entraîne une diminution du mélange vertical dans la colonne d'eau océanique. Ce mélange amoindri réduit à son tour la teneur en oxygène et en nutriments des couches superficielles et amenuise également la capacité de l'océan d'absorber la chaleur et le dioxyde de carbone, étant donné que l'eau fraîche arrive en moins grande quantité à la surface, là où l'absorption s'opère (chap. 1 et 4 à 6).

F. Circulation océanique

17. L'étude intensifiée des réactions des océans aux changements climatiques a permis de bien mieux comprendre les mécanismes de la circulation océanique et de ses variations annuelles et décennales. En conséquence de changements intervenus dans le réchauffement de différentes parties du milieu marin, les schémas de variation de la répartition de la chaleur dans les océans évoluent également. Il semble

que cette évolution entraînera des modifications de la circulation atmosphérique et de la circulation planétaire par la haute mer qui pourraient, au fil du temps, aboutir à des réductions du transfert de chaleur des régions équatoriales vers les pôles et vers les profondeurs océaniques. Ainsi, les masses d'eau se déplacent différemment dans les zones couvrant les plateaux continentaux : par exemple, les mouvements des masses d'eau du golfe du Saint-Laurent ont causé, en partie du moins, des diminutions de la concentration d'oxygène dissous dans les couches profondes du golfe (chap. 5 et 36.A).

G. Effets des tempêtes et autres phénomènes météorologiques extrêmes

18. L'augmentation des températures de l'eau de mer confère plus d'énergie aux tempêtes qui naissent en mer. Les scientifiques s'accordent à dire qu'il s'ensuivra des cyclones tropicaux moins fréquents mais plus intenses à l'échelle planétaire, même si l'on observera des différences d'une région à l'autre. Il est prouvé que l'expansion des tropiques, observée depuis environ 1979, s'accompagne d'une migration prononcée vers les pôles de la latitude à laquelle les tempêtes d'intensité maximale se produisent. Ce déplacement aura indiscutablement une incidence sur les régions côtières qui n'ont pas encore été exposées aux dangers des cyclones tropicaux (chap. 5).



H. Baisse de la concentration d'oxygène dissous (désoxygénation ou hypoxie)

19. Dans les zones tropicales, la concentration d'oxygène dissous dans l'océan a diminué au cours des cinquante dernières années, en grande partie à cause du réchauffement des océans. Il en est résulté, par exemple, une expansion des zones ayant les plus bas niveaux d'oxygène dissous (zones minimum d'oxygène), notamment une expansion horizontale, vers l'ouest, et verticale de ces zones, dans l'océan Pacifique Est. Les changements attendus des températures superficielles et de la stratification entraîneront probablement une baisse du transfert d'oxygène depuis l'atmosphère (solubilité de l'oxygène) et une moins bonne ventilation des eaux profondes, ce qui causera une diminution de la concentration d'oxygène dans la couche supérieure des océans au niveau des tropiques. En dehors des tropiques, les observations actuelles sont insuffisantes pour dégager des tendances, mais on s'attend que le réchauffement des océans et la stratification entraînent de la même manière une baisse des niveaux d'oxygène dissous.

20. Dans les eaux côtières, les faibles niveaux d'oxygène sont davantage dus aux apports de nutriments depuis les terres et à la pollution qui en résulte. Ces conséquences sont exacerbées par le renforcement de la stratification et le ralentissement de la circulation qui découlent de l'augmentation de la température à la surface des océans. Quand les courants provenant de la haute mer gagnent des plateaux continentaux étroits, il arrive que des eaux riches en nutriments et pauvres en oxygène atteignent les eaux côtières et créent des zones hypoxiques (zones où la concentration d'oxygène dissous est faible), voire des zones mortes (zones où la concentration d'oxygène est insuffisante pour permettre à la vie de se développer, également appelées zones hypoxiques). Il existe des exemples de ce phénomène sur les côtes occidentales du continent américain, immédiatement au nord et au sud de l'équateur, sur la côte occidentale de l'Afrique subsaharienne et sur la côte occidentale

du sous-continent indien. L'augmentation du flux de certains courants océaniques peut exacerber ce phénomène (chap. 4 à 6 et 20).

I. Rayonnement ultraviolet et couche d'ozone

21. Certains gaz à effet de serre, en particulier les chlorofluorocarbones, ont des effets sur la couche d'ozone de la stratosphère terrestre. La couche d'ozone stratosphérique empêche la majeure partie du rayonnement solaire ultraviolet (UV) de la gamme UV-B (d'une longueur d'onde de 280 à 315 nanomètres) d'atteindre la surface de la Terre et donc des océans. Les UV-B peuvent avoir de nombreuses conséquences néfastes, notamment l'inhibition de la production primaire assurée par le phytoplancton, la modification de la structure et du fonctionnement des populations planctoniques et l'altération du cycle de l'azote. L'appauvrissement, depuis les années 70, de la couche d'ozone stratosphérique est donc source de préoccupation. Des mesures ont été prises au niveau international pour lutter contre ce phénomène, dans le cadre du Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, et la situation semble s'être stabilisée, même si l'on observe des variations d'une année sur l'autre. Comme les UV-B pénètrent la couche d'eau à des profondeurs variables, un consensus n'a pas encore été atteint sur l'ampleur des effets que l'appauvrissement de la couche d'ozone a sur la production primaire nette et le cycle de renouvellement des nutriments.

22. On a cependant découvert l'un des effets que les rayons UV peuvent avoir sur les nanoparticules de dioxyde de titane. Le dioxyde de titane entre couramment dans la composition des peintures et produits de finition blancs et des cosmétiques et écrans solaires. Il se décompose en nanoparticules, jusqu'à un milliardième de millimètre. Exposées aux rayons UV, ces nanoparticules de dioxyde de titane peuvent avoir un effet biocide et donc nuire à la production primaire assurée par le phytoplancton.



Credit photo: Edward Herreño



Credit photo : Michele Hall/Howard Hall Productions

III. Conséquences environnementales et socioéconomiques

A. Effets cumulatifs

23. Les effets des changements climatiques et les modifications qu'ils entraînent dans l'atmosphère, notamment l'acidification et la désoxygénation des océans, ne sont que quelques-unes des pressions exercées aujourd'hui sur le milieu marin. L'avenir de l'environnement marin sera déterminé par l'interaction complexe de toutes les pressions et altérations décrites dans la première Évaluation mondiale intégrée du milieu marin, imputables non seulement aux changements climatiques et aux modifications atmosphériques qui en résultent, mais également aux méthodes de pêche non viables, à la pollution engendrée par le transport maritime, à l'exploitation minière du sous-sol marin, à l'extraction d'hydrocarbures, aux bruits d'origine anthropique et à l'aménagement du littoral, ainsi que de pressions plus récentes, liées par exemple à la production d'énergie à partir de sources renouvelables (résumé, thème G).

B. Altérations du réseau trophique

24. La transformation de la productivité primaire induite par les changements climatiques se répercutera inévitablement sur l'ensemble du réseau trophique. Les animaux d'un niveau trophique élevé auront plus, ou parfois moins, de difficultés à survivre et à élever leur progéniture, selon les variations de la composition et de l'abondance des espèces d'un niveau trophique plus faible dont ils se nourrissent. Les effets de ces altérations du réseau trophique sur les superprédateurs tels que les reptiles, les oiseaux et les mammifères marins sont encore largement méconnus. Les modifications que subiront les habitats auront, elles aussi, des conséquences sur certains superprédateurs, notamment sur les espèces d'oiseaux qui vivent dans les mangroves ou cherchent de la nourriture dans les herbiers de phanérogames marines.

25. Selon certains scénarios, les effets, positifs ou négatifs, des changements climatiques pourraient toucher jusqu'à 60 % de la biomasse actuelle des océans,

ce qui perturberait de nombreux services rendus par les écosystèmes. Ainsi, des études de modélisation portant sur des espèces aux préférences de température marquées, telles que la bonite à ventre rayé et le thon rouge, laissent entrevoir des modifications majeures de la répartition géographique de ces poissons et des variations de leur productivité.

26. Les effets des altérations du réseau trophique se font sentir dans toutes les régions. Par exemple, dans l'Atlantique Nord-Ouest, l'évolution du nombre des prédateurs, causée notamment par la surpêche et les changements climatiques, est l'une des principales pressions qui auraient bouleversé la composition des espèces, de telle sorte qu'un basculement radical s'est produit qui a vu un régime dominé par la morue céder la place à un régime dominé par les crustacés. De même, dans l'Atlantique Nord-Est et en mer du Nord, la composition spécifique du plancton, qui appartient au niveau trophique le plus bas, a sensiblement changé entre 1960 et 2009. En effet, la diversité des dinoflagellés a augmenté, tandis que leur abondance relative par rapport aux diatomées a diminué. Cette tendance serait due aux effets combinés de l'augmentation de la température de surface océanique et du cisaillement du vent en été.

27. Les espèces de phytoplancton d'eau chaude sont généralement plus petites et moins productives que les espèces d'eau froide. À mesure que la température des océans augmente, on constate que le phytoplancton d'eau chaude colonise des régions des hautes latitudes. L'augmentation continue de ces espèces a pour effet de modifier l'efficacité du transfert d'énergie vers d'autres niveaux du réseau trophique, ce qui devrait provoquer des changements biotiques à l'échelle de vastes régions de pleine mer telles que le Pacifique équatorial. En outre, l'accroissement de la stratification des océans et la diminution du transfert de nutriments depuis les couches profondes de l'océan jusqu'à la zone photique (zone où la pénétration de la lumière est suffisante pour permettre la photosynthèse) devraient entraîner des variations sensibles de la production biologique (chap. 38 et 52).

C. Plancton

28. Le phytoplancton et les bactéries assurent l'essentiel de la production primaire dont dépendent les réseaux trophiques marins. La hausse annoncée des températures de la couche supérieure de l'océan sous l'effet des changements climatiques entraîne à présent des modifications des populations de phytoplancton. Ces altérations pourraient avoir de profondes répercussions sur la production primaire nette et les cycles des nutriments au cours des cent prochaines années. De manière générale, lorsque l'essentiel de la production primaire nette est assuré par des espèces planctoniques de petite taille, comme c'est typiquement le cas dans des eaux de pleine mer faibles en nutriments, la production est plus faible et le réseau trophique microbien domine les flux d'énergie et les cycles des nutriments. En utilisant les technologies satellitaires pendant vingt-deux ans, depuis 1980, des scientifiques ont étudié la concentration en chlorophylle de 12 bassins océaniques majeurs et ont démontré que la production primaire annuelle des océans du globe avait chuté de 6 %, entre 1980 et 2012. Dans ces conditions, les stocks halieutiques exploitables que les océans peuvent accueillir s'amenuisent, et les transferts de carbone, d'azote et de phosphore organiques vers la haute mer risquent d'être entravés, rendant ainsi cette dernière moins apte à accueillir la vie.

29. À l'inverse, à mesure que la couche supérieure des océans se réchauffe, l'aire de répartition du plancton fixateur d'azote (diazotrophe) devrait s'étendre. La fixation de l'azote pourrait s'en trouver améliorée de 35 à 65 % d'ici à 2100. Il en résulterait une hausse de la production primaire nette et donc de l'absorption de carbone, et certaines espèces d'un niveau trophique supérieur pourraient devenir plus productives.

30. Le rapport d'équilibre entre ces deux évolutions est méconnu. Si la production primaire diminue ou que la structure des populations de plancton change, les perturbations des réseaux trophiques qui s'ensuivraient seraient lourdes de conséquences pour la sécurité alimentaire de l'homme et la biodiversité marine. Par ailleurs, il faut s'attendre que le cycle des efflorescences phytoplanctoniques printanières soit décalé. Un tel bouleversement aurait également une incidence sur les réseaux trophiques marins, car de nombreuses espèces synchronisent le frai et le développement des larves avec les efflorescences phytoplanctoniques et les pics d'abondance de zooplancton (animaux microscopiques se nourrissant

de phytoplancton et de bactéries) qui en résultent (chap. 6).

D. Algues et herbiers de phanérogames marines

31. La croissance et la survie des algues d'eau froide, notamment des laminaires, dépendent de la température, de la salinité et de la teneur en nutriments de l'eau. Il a été constaté qu'une eau chaude et faible en nutriments nuisait à la photosynthèse, avec pour conséquence une réduction de la croissance des algues et un déclin général des populations. Des cas de mortalité massive de laminaires ont déjà été signalés le long des côtes européennes et du sud de l'Australie et sont essentiellement dues aux modifications des propriétés de l'eau de mer. Des variations de la répartition géographique des espèces ont été constatées en Europe du Nord, en Afrique australe et dans le sud de l'Australie, où les algues résistantes à l'eau chaude s'approchent des pôles. Ces changements peuvent avoir une incidence négative sur les récifs rocheux et les espèces à valeur commerciale qu'ils abritent dans les zones côtières. L'appauvrissement des récoltes de varech réduit la part consacrée à l'alimentation humaine et à la fabrication de substances dérivées, utilisées notamment dans l'industrie pharmaceutique et la préparation d'aliments. Les populations dont la subsistance et l'économie dépendent des laminaires connaîtront donc des difficultés.

32. Les herbiers de phanérogames marines stabilisent les sédiments et protègent le littoral de l'érosion, offrant ainsi un habitat propice à la croissance d'animaux tels que les poissons et les invertébrés (les crevettes par exemple), qui s'y nourrissent et s'y reproduisent. Or, la hausse des températures de l'eau de mer a aussi contribué à l'apparition d'une maladie dégénérative qui a décimé des herbiers de phanérogames marines dans le nord-est et le nord-ouest des États-Unis d'Amérique (chap. 14 et 47).

E. Mangroves

33. Les mangroves¹ dominent la zone intertidale des estuaires vaseux des océans dans les régions au climat tropical, subtropical et tempéré chaud. La répartition géographique des mangroves est fonction des températures de l'air et à la surface océanique, de sorte que ces écosystèmes s'étendent du 30^e parallèle nord

¹ Aussi appelées « marais intertidaux ».

au 28^e parallèle sud, dans l'Atlantique, et du 30^e parallèle nord au 38^e parallèle sud, dans le Pacifique. Elle est également restreinte par des variables climatiques majeures, telles que l'absence de précipitations et la fréquence des vagues de froid. En plus de servir de frayères et de nourriceries à certaines espèces de poissons, les mangroves contribuent de manière significative à la séquestration du carbone (leur capacité d'absorption et de stockage du carbone est remarquable), à la régulation du climat, à la stabilisation du littoral et à la protection des côtes, et elles sont une source potentielle de produits pharmaceutiques, de bois d'œuvre et de bois de feu.

34. Les mangroves pourraient gagner du terrain à mesure que les zones situées au nord et au sud de leur aire de répartition actuelle se réchauffent, bien qu'il y ait des limites aux températures qu'elles peuvent tolérer. Toutefois, étant donné qu'elles ne peuvent pas survivre dans des eaux plus profondes que celles de leur habitat actuel, elles sont vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, surtout dans les zones où il leur est impossible de s'étendre vers l'intérieur des terres en raison de défenses côtières ou de problème d'utilisation conflictuelle des terres. Les mangroves des îles à faible relief et à sédimentation carbonatée, où il n'y a que peu, voire pas de sédiments à absorber, sont particulièrement vulnérables (chap. 48).

F. Coraux

35. La quasi-totalité des coraux des zones tropicales et subtropicales sont le fruit d'une symbiose entre des polypes, qui forment des structures dures, et des algues photosynthétiques. Si la température de l'eau est trop élevée, ces coraux se retrouvent en situation de stress et expulsent les algues symbiotiques qui leur donnent leur couleur et leur fournissent une partie de leurs nutriments, d'où leur blanchissement. S'il est sévère, prolongé ou répété, le blanchissement peut entraîner la mort de colonies de coraux, qui sont moins résilientes après chaque épisode. Une hausse de seulement 1 à 2 °C par rapport aux températures maximales saisonnières locales peut conduire au blanchissement des coraux. Si la plupart des espèces coralliennes sont vulnérables au phénomène, leur tolérance thermique est variable. Beaucoup de coraux exposés à une chaleur excessive ou blanchis finissent par mourir de maladies spécifiques.

36. Le blanchissement corallien était un phénomène relativement méconnu jusqu'au début des années 80, époque à laquelle s'est produite des cas locaux de

blanchissement, principalement dans le Pacifique tropical oriental et dans la région des Caraïbes. L'augmentation des températures a accéléré le blanchissement des coraux et leur disparition massive au cours des vingt-cinq dernières années. Les hautes températures océaniques enregistrées en 1998 et 2005 ont causé la mort de nombreux coraux, sans grand espoir de régénération des récifs. Des analyses menées à l'échelle mondiale révèlent que cette menace généralisée a gravement endommagé la plupart des récifs coralliens de la planète. Là où les coraux se sont rétablis, la régénération a été d'autant plus forte que les récifs étaient protégés contre les pressions anthropiques. Cependant, la comparaison des derniers épisodes de stress thermique, de plus en plus fréquents, avec la lente reconstitution de la plupart des récifs suggère que, sous l'effet de la hausse des températures, les coraux dépérissent plus vite qu'ils ne se régénèrent. Les effets négatifs du blanchissement des coraux sont d'autant plus marqués que les récifs sont également dégradés par les pratiques de pêche destructrices, la pollution, l'augmentation de la turbidité, qui réduit la quantité de lumière à laquelle les coraux sont exposés et diminue donc la productivité des algues symbiotiques, et d'autres facteurs liés aux activités humaines, mais aussi par l'élévation du niveau de la mer et l'acidification des océans.

37. La disparition de récifs coralliens peut avoir des effets néfastes sur la production halieutique et les pêches, la protection du littoral, l'écotourisme et d'autres bienfaits de ces récifs pour l'homme. Les données scientifiques et les modélisations actuelles prévoient que la plupart des récifs coralliens tropicaux et subtropicaux de la planète, en particulier les récifs d'eaux peu profondes, blanchiront tous les ans d'ici à 2050 et ne seront plus, à terme, une source de biens et de services. Cette extinction fonctionnelle aura une incidence considérable sur les petits États insulaires en développement et les pêcheurs pratiquant la pêche de subsistance dans les zones côtières des basses latitudes, mais aura également des effets notables à l'échelle locale sur des puissances économiques majeures, par exemple au niveau de la Grande Barrière de corail en Australie ou des Keys de Floride aux États-Unis (chap. 7 et 43).

38. Adeptes des grandes profondeurs, les coraux d'eau froide sont difficiles à observer, et leur étude exhaustive n'a commencé que récemment. Toutefois, il est d'ores et déjà établi que leur croissance dépend à la fois de la température de l'eau et de la présence d'ions carbonate. Ainsi, ils sont absents des régions

où la température dépasse la limite thermique de chaque espèce (à l'exception de certains coraux de la mer Rouge) et ne peuvent survivre sous l'horizon de saturation en carbonates (niveau en dessous duquel les carbonates se dissolvent). Il a été démontré que la hausse des températures a des répercussions sur les récifs de haute mer de la Méditerranée. L'acidification des océans représente également une menace omniprésente pour de nombreuses espèces de coraux d'eau froide. L'horizon de saturation en carbonates de l'eau de mer étant proportionnel à la température, il est beaucoup plus bas dans les eaux froides qu'affectent ces espèces. Or, à mesure que les océans s'acidifient, l'horizon de saturation continuera de baisser et de plus en plus de coraux d'eau froide seront exposés à des conditions de sous-saturation. Les récifs, monticules et prairies coralliennes abritent une riche biodiversité, notamment une biomasse animale plusieurs fois supérieure à celle du fond océanique environnant. En outre, les coraux d'eau froide servent de frayères et de nourriceries à une multitude de poissons et d'invertébrés, qui y trouvent aussi leur nourriture. Les effets de la détérioration de ces habitats se feront donc sentir au-delà des coraux eux-mêmes (chap. 42).

G. Répartition géographique des stocks halieutiques

39. Sous l'effet de la hausse des températures de l'eau de mer, les stocks halieutiques et les pêches qui en dépendent se déplacent. Si la tendance générale est à la migration des stocks vers les pôles et vers de plus grandes profondeurs, car les poissons cherchent à rester dans des eaux qui correspondent à leurs préférences en matière de température, le tableau d'ensemble n'est en aucun cas uniforme et le rythme des changements varie d'une espèce à l'autre. Le réchauffement de l'eau provoquera également une augmentation des taux métaboliques et, dans certains cas, de l'aire de distribution et de la productivité des stocks.

40. Comme indiqué plus haut, les modèles climatiques mondiaux prévoient que le réchauffement se soldera par la désoxygénation et la stratification des eaux abyssales. Cette double évolution aura des répercussions néfastes sur les écosystèmes tant benthiques (du fond marin) que pélagiques (de la colonne d'eau). Dans le Pacifique Nord, une corrélation a été établie entre la baisse de la concentration en oxygène des eaux de profondeur moyenne et le déclin de 24 espèces de poissons appartenant à 8 familles différentes. À plus grande échelle, ce phénomène pourrait

avoir de redoutables effets écologiques et biogéochimiques.

41. Cependant, les modifications de la répartition géographique des stocks halieutiques sont habituellement imputables à un ensemble complexe de causes. L'amointrissement des stocks est certes souvent dû à la surpêche, mais il est généralement difficile de distinguer les effets de cette dernière de ceux des changements climatiques. Il en est ainsi de la disparition de la morue des Grands Bancs canadiens et de son remplacement par des espèces de crustacés telles que le homard, ainsi que du déclin des morues en mer du Nord et de leur prolifération dans la mer de Barents.

42. La pêche artisanale est une source très importante de nourriture et de revenu dans les tropiques. Beaucoup de femmes en vivent et de nombreux peuples autochtones en dépendent. La plupart des pêcheurs artisanaux vivent dans des pays en développement, ont de faibles revenus et travaillent régulièrement dans le secteur informel.

43. Les poissons des récifs coralliens représentent une grande partie des prises des pêcheurs artisanaux, surtout dans le Pacifique. En plus d'être directement influencée par les changements de température décrits plus haut, l'abondance de ces poissons est fonction de la taille et de l'état des récifs coralliens qu'ils habitent. Elle peut varier d'un facteur deux à dix avec le temps, notamment au rythme de la détérioration et de la régénération des récifs coralliens à la suite de tempêtes ou d'épisodes de blanchissement. Par ailleurs, les pêcheurs artisanaux seront vraisemblablement plus vulnérables que les pêcheurs industriels aux effets des changements climatiques et à l'incertitude croissante, car il est plus difficile pour les premiers de gagner de nouvelles zones de pêche.

44. À mesure que la répartition géographique des stocks halieutiques change, les pêcheurs se déplacent vers de nouvelles zones, et les écosystèmes locaux peuvent pâtir de cette intrusion. Par exemple, la fonte des glaces de mer dans l'Arctique peut ouvrir à la pêche, notamment à la pêche au chalut de fond, des zones jusque-là épargnées, et conduire à la capture accidentelle d'espèces qui n'avaient sans doute pas été soumises à une telle pression auparavant.

45. De telles activités modifieront les écosystèmes à des rythmes pratiquement insignifiants ou, en revanche, très rapides. Les travaux de recherche en la matière sont diffus et présentent des conclusions diverses, mais à mesure que le climat océanique évolue,

ces considérations suscitent des inquiétudes croissantes quant à la production alimentaire. La précarité des pêches a des conséquences en matière sociale, économique et de sécurité alimentaire, ce qui complique la gestion durable.

H. Productivité des mollusques et crustacés

46. Les mollusques et les crustacés sont particulièrement sensibles à la baisse de la quantité d'ions carbonate dissous dans l'eau, sans lesquels ils ne peuvent former leur coquille ou carapace à base de carbonate de calcium. Dans certaines parties du Pacifique Nord, où se produisent des remontées saisonnières d'eau à faible pH, on observe déjà des effets sur la formation et la croissance des coquilles et carapaces des mollusques et crustacés. Des mesures d'adaptation ont dû être prises pour réduire autant que possible les conséquences sur l'aquaculture de ces animaux. À mesure que le pH des océans et la concentration en ions carbonate dissous continuent de diminuer, il faut s'attendre à des altérations plus généralisées des écosystèmes et, en conséquence, à des répercussions sur les secteurs d'activité qui dépendent des mollusques et crustacés sauvages. L'acidification des océans n'étant pas uniforme, l'ampleur de ses effets ne sera pas la même d'une zone à l'autre, et des variations notables seront constatées sur des aires géographiques réduites. En outre, sous l'effet de la stratification, la teneur en oxygène dissous des eaux de fond pourrait chuter au point que les mollusques et crustacés ne puissent plus y survivre, réduisant davantage leur productivité.

47. Par ailleurs, l'évolution de la température, de la salinité et d'autres facteurs auront aussi des répercussions, positives ou négatives selon les zones, sur la répartition et la productivité des mollusques et des crustacés. Comme pour les poissons, la direction que prendront ces changements est extrêmement incertaine et pourrait perturber les pêches et l'aquaculture (chap. 11).

48. L'augmentation des températures de l'eau de mer, associée à des niveaux élevés de nutriments, est l'un des facteurs qui a favorisé la multiplication des cas d'intoxication liés à l'efflorescence de certaines espèces de phytoplancton. Des cas d'intoxication paralysante ont notamment été recensés chez des humains ayant ingéré des fruits de mer contaminés. Les symptômes (paralysie des bras et des jambes, perte de la coordination motrice, incohérence du discours)

se manifestent très rapidement (généralement en moins de 30 minutes) et entraînent souvent la mort de la personne intoxiquée. Au cours des trente dernières années, les efflorescences phytoplanctoniques toxiques sont devenues de plus en plus fréquentes, notamment dans les eaux côtières de l'ouest et de l'est de l'Atlantique Nord (chap. 20).

I. Eutrophisation

49. Les apports anthropiques excessifs de nutriments, en particulier des nitrates, dans les océans, depuis les côtes ou l'atmosphère, ont pour effet l'eutrophisation des eaux. Une eau riche en nutriments, notamment en composés de l'azote, peut provoquer des efflorescences algales. Ce phénomène se produit lorsque la lumière est suffisante pour que les algues effectuent la photosynthèse. Une fois le stock de nutriments épuisé, les algues finissent par périr, et la prolifération de bactéries qui se nourrissent des algues en décomposition entraîne une raréfaction de l'oxygène. La stratification des océans, causée par les changements climatiques, peut aggraver le problème. La décomposition des algues peut également intensifier localement le processus d'acidification. Par ailleurs, la remontée d'eaux riches en nutriments, sous la pression de courants océaniques, engendre parfois des zones hypoxiques, voire hypoziques, aussi appelées zones mortes. De telles remontées d'eau risquent d'accroître localement l'eutrophisation des eaux côtières (ibid.).

J. Inondations et érosion des côtes

50. L'élévation du niveau de la mer imputable au réchauffement des océans et à la fonte des glaces terrestres représente partout dans le monde une menace considérable pour les systèmes côtiers et les zones de faible élévation, qui sont en proie aux inondations, à l'érosion du littoral et à la contamination des réserves d'eau douce et des cultures vivrières. Dans une large mesure, ces effets sont inévitables, car ils sont la conséquence de conditions préexistantes, mais ils pourraient être dévastateurs si des mesures d'atténuation et d'adaptation ne sont pas prises. Des populations entières, installées sur des îles de faible élévation, telles que Kiribati, les Maldives et les Tuvalu, n'ont nulle part où se replier à l'intérieur de leurs terres. De nombreuses régions côtières, notamment certains deltas de basse altitude, ont une densité démographique très élevée. Selon les estimations, plus de 150 millions de personnes vivent moins d'un mètre

au-dessus des niveaux actuels de marée haute, et 250 millions vivent moins de cinq mètres au-dessus de ces niveaux. En raison de leur haute densité démographique, les villes côtières sont particulièrement exposées à l'élévation du niveau de la mer et à d'autres effets des changements climatiques, tels que des modifications du régime des tempêtes. Par ailleurs, la hausse du niveau de la mer risque d'aggraver l'érosion des côtes lorsque l'eau passe par-dessus les défenses côtières ou les contourne, et dans les régions dont le littoral pourrait être frappé par des tempêtes plus fréquentes (chap. 5, 7, 26 et 44).

K. Fonte de glaces de mer dans les hautes latitudes et effets associés

51. Les écosystèmes couverts de glace des hautes latitudes abritent une biodiversité précieuse pour la planète. De par leur taille et leur nature, ils contribuent de manière significative à l'équilibre biologique, chimique et physique de la biosphère. Les espèces qui y vivent ont mis au point des stratégies d'adaptation remarquables pour survivre dans des conditions climatiques extrêmement froides et très variables. Les mers des hautes latitudes ont une productivité biologique relativement faible, et les populations d'algues épontiques, propres à ces latitudes, jouent un rôle particulièrement important dans la dynamique du système.

52. On estime que les algues épontiques assurent plus de 50 % de la production primaire de l'Arctique central, recouvert de glace en permanence. À mesure que la couverture de glace de mer s'amenuise, cette productivité pourrait décliner et les espèces d'eau libre pourraient se multiplier. Les écosystèmes des hautes latitudes subissent des changements plus rapides que les autres régions de la Terre. Au cours des cent dernières années, les températures moyennes dans l'Arctique ont augmenté près de deux fois plus vite que la moyenne mondiale. La fonte des glaces de mer, notamment des glaces pluriannuelles, aura des répercussions sur de nombreuses espèces des eaux arctiques, surtout celles qui dépendent des zones glacées pour se reproduire, se reposer et se nourrir.

53. Dans l'hémisphère Sud, le krill antarctique (*Euphausia superba*) est une espèce essentielle, proie de choix de nombreux prédateurs (poissons, oiseaux de mer, phoques, baleines). L'abondance du krill étant directement proportionnelle aux quantités de glace de mer et d'algues épontiques mesurées l'hiver précédent, toute variation de la couverture des glaces

de mer altérera vraisemblablement les réseaux trophiques des eaux antarctiques. À mesure que les eaux se réchauffent et que la surface des glaces de mer hivernales diminue, le krill se fera sans doute plus rare, tandis que des espèces d'eau plus chaude, telles que la salpe, proliféreront. Si nombre de prédateurs peuvent se nourrir aussi bien de salpes que de krills, la qualité nutritionnelle des premières est très inférieure à celle des seconds. C'est pourquoi un recul des espèces tributaires des glaces de mer au profit d'espèces d'eau libre dans l'océan Austral pourrait bien perturber de nombreuses espèces marines dont le krill est un élément important du régime alimentaire (chap. 36.G, 36.H et 46).

54. Si le nombre de navires transitant par les eaux arctiques reste faible, il a néanmoins augmenté au cours des dix dernières années. Le recul de la glace de mer aux pôles, sous l'effet du réchauffement climatique, crée de nouveaux itinéraires de passage entre les océans Atlantique et Pacifique dans le nord du continent américain et de l'Eurasie pendant l'été septentrional. Les déplacements d'espèces entre l'Atlantique et le Pacifique témoignent de l'ampleur des conséquences que pourrait avoir l'intensification du trafic. Certes, le transit par l'Arctique est plus court et pourrait être 20 % à 25 % plus économique que les itinéraires empruntés actuellement, mais son augmentation accentuerait le risque de pollution marine, tant chronique qu'accidentelle, et d'introduction d'espèces non indigènes accrochées à la coque des navires ou rejetées avec les eaux de ballast. Compte tenu du rythme très lent auquel les bactéries sont capables de dégrader les hydrocarbures d'une marée noire sous un climat polaire et de la faible vitesse de régénération des écosystèmes polaires, une telle pollution serait très grave. En outre, en l'absence actuelle de moyens d'intervention et de nettoyage semblables à ceux que l'on trouve dans d'autres bassins océaniques, il serait particulièrement difficile, pour des raisons logistiques, d'intervenir dans l'océan Arctique en cas de déversement d'un polluant. Autant de facteurs qui aggraveraient encore davantage tout accident. À terme, l'intensification du transit commercial par l'océan Arctique et les nuisances sonores qui en découlent pourraient également contraindre des animaux, notamment des mammifères marins, à quitter des habitats qui leur sont essentiels (chap. 17).

L. Risques pour les communications

55. Le risque qu'un câble sous-marin soit rompu par un glissement de terrain sous-marin a toujours existé,

principalement à l'extrémité du plateau continental. Toutefois, au vu des scénarios de changement climatique qui prévoient une évolution des itinéraires et de l'intensité des cyclones, ouragans et typhons, des zones sous-marines jusqu'à présent stables pourraient être frappées par des tempêtes. Les glissements de terrain pourraient alors se faire plus fréquents et

endommager des câbles. À l'heure où le commerce mondial repose de plus en plus sur le transfert numérique de données, de pareils dégâts, auxquels viennent s'ajouter les ruptures de câbles par des ancre de navire ou des chaluts de fond, pourraient retarder ou interrompre des communications commerciales essentielles (chap. 19).

IV. Conclusion

56. La menace la plus grave qui pèse sur les océans serait qu'on n'intervienne pas rapidement en ce qui concerne les multiples problèmes décrits plus haut. De nombreuses régions de l'océan, notamment certaines zones situées au-delà des limites de la juridic-

tion nationale des États, ont subi des dégâts considérables. Si ces problèmes ne sont pas réglés, le risque est grand de voir leurs effets se cumuler et engendrer un cercle vicieux de dégradation privant l'homme de nombre des bienfaits des océans.





Crédit photo : Mathieu Fourcayé Biosphoto

The First Global Integrated Marine Assessment

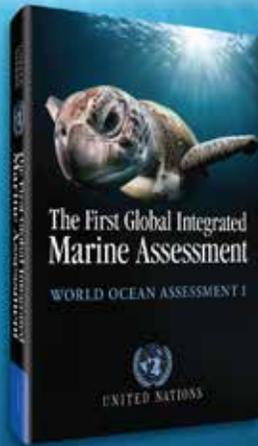
WORLD OCEAN ASSESSMENT I

“The First Global Integrated Marine Assessment has arrived at a critical time. Never before has it been possible to acquire the depth and breadth of information gathered in this masterful compilation. Never again will there be a better time to apply the knowledge presented here to develop policies that will enable humankind to make peace with the natural ocean systems that underpin everything we care about, including our own existence.”

Sylvia Earle, Explorer in Residence at National Geographic; Founder of Mission Blue; Founder of Deep Ocean Exploration and Research (DOER)

“Hundreds of scientists from many countries ... indicate that the oceans' carrying capacity is near or at its limit. It is clear that urgent action on a global scale is needed to protect the world's oceans.”

From the Foreword by **Ban Ki-moon**, Secretary-General of the United Nations



May 2017
Hardback | 9781107110058
£200 / \$430

www.cambridge.org/woa-marine

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

CONTENTS

Foreword; Preface; Part I: Summary of the First Global Integrated Marine Assessment; Part II: The Context of the Assessment; Part III: Assessment of Major Ecosystem Services from the Marine Environment; Part IV: Assessment of the Cross-cutting Issues: Food Security and Food Safety; Part V: Assessment of Other Human Activities and the Marine Environment; Part VI: Assessment of Marine Biological Diversity and Habitats; Part VII: Overall Assessment; Annex I: List of Contributors and Commentators; Annex II: Glossary; Annex III: Acronyms

- A prestigious and comprehensive report from the United Nations, with contributions from hundreds of the world's experts on the oceans.
- Provides the first integrated assessment of the state of the world's ocean: Enables policy-makers and all stakeholders to consider for the first time the global and integrated effect on the ocean of decisions that they make.
- Identifies gaps in knowledge of the ocean and related human activities: Enables policy-makers and all stakeholders to identify and prioritize areas for action, and input to the Sustainable Development Goals.

“Throughout *The First Global Integrated Marine Assessment* experts state that ocean ecosystems are unable to cope with the impact of multiple anthropogenic stressors. As a consequence, the life-supporting services that the ocean provides to humankind are in imminent danger. Due to the complexity of ocean processes, solutions should be sought and verified based on the most advanced ocean science and observations. Making them applicable globally and for all requires intensive capacity development and marine technology transfer.”

Vladimir Ryabinin, Executive Secretary of IOC/UNESCO

“Our oceans are an essential component to supporting life on Earth, yet their health is being hit from all sides. *The First Global Integrated Marine Assessment* helps us grasp the current situation and compels us to do our part in protecting this vital resource. Urgent action is needed, and this Assessment provides policy-makers with an important scientific baseline upon which to act. The report is also a great resource for students, scientists, the general public, and anyone with an interest in learning more about the oceans, and what we can do – and need to do – to protect them.”

Erik Solheim, Head of UN Environment



Cambridge Alerts

- Manage your details online
- Be the first to hear about Academic products in your area of interest
- Receive bespoke emails, tailored to your subject interests

Be the first to hear about the academic products in your area of interest and receive 20% off your first online order

Visit www.cambridge.org/alerts

or www.cambridge.org/alerts

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS
www.cambridge.org