

DOC EN POCHE
ENTREZ DANS L'ACTU



LAURENT BOPP
MARINA LÉVY

L'Océan en 30 questions

La Documentation
française

Le point sur 7

Questions-réponses 21

1. C'est quoi, l'Océan ?	22
2. Pourquoi l'Océan est-il salé ?	24
3. Quelle est la profondeur de l'Océan ?	26
4. D'où viennent les courants ?	28
5. Comment l'Océan module-t-il le climat de la Terre ?	30
6. Comment mesure-t-on les propriétés de l'eau de mer ?	32
7. Comment les satellites observent-ils l'Océan ?	34
8. Peut-on simuler l'Océan ?	36
9. Y a-t-il des déserts dans l'Océan ?	38
10. Combien d'espèces peuplent l'Océan ?	40
11. Pourquoi dépendons-nous de l'Océan ?	42
12. Pourquoi l'Océan se réchauffe-t-il ?	44
13. Quel rôle pour le puits de carbone océanique ?	46
14. Jusqu'où les eaux vont-elles monter ?	48
15. Le Gulf Stream va-t-il s'arrêter ?	50
16. L'Océan est-il le poumon de la planète ?	52
17. Pourquoi l'Océan devient-il plus acide ?	54
18. Quelles espèces survivront dans un Océan qui se réchauffe ?	56
19. La pêche menace-t-elle l'Océan ?	58
20. Qu'est-ce que le septième continent ?	60
21. Quel est l'impact du trafic maritime sur l'Océan ?	62
22. Les mammifères marins subissent-ils les activités humaines ?	64
23. Pourquoi certaines plages se couvrent-elles d'algues ?	66

24. Le tourisme balnéaire peut-il être durable ?	68
25. Quels sont les risques liés au <i>deep sea mining</i> ?	70
26. L'Océan incarne-t-il l'avenir énergétique ?	72
27. Peut-on augmenter artificiellement le CO ₂ stocké dans l'Océan ?	74
28. À quoi servent les aires marines protégées ?	76
29. Comment anticiper l'élévation du niveau de la mer ?	78
30. À qui appartient l'Océan ?	80

Pour aller plus loin	83
Les chiffres-clés	84
Les mots-clés	86
Bibliothèque	95

Le point sur

Vaste étendue d'eau salée recouvrant la majeure partie de la Terre, l'Océan concerne chacun d'entre nous, bien que nous n'en soyons pas toujours pleinement conscients. L'emploi de la majuscule sert à désigner l'Océan pris au sens absolu, l'océan global unique, un objet à la fois biogéophysique et géopolitique. L'Océan occupe une place essentielle dans l'histoire de notre planète et dans celle, plus récente, de l'humanité.

Un signal d'alarme venu de l'Océan

Avril 2024. Les scientifiques australiens constatent que près de 80 % des récifs coralliens du parc marin de la Grande Barrière de corail montrent des signes de blanchiment *. Quelques mois plus tard, ils observent avec stupeur que près de la moitié de ces coraux blanchis sont morts. C'est déjà le septième épisode de blanchiment massif auquel les coraux de la Grande Barrière font face depuis 1998. Et ces épisodes, qui se répètent et s'intensifient à l'échelle mondiale, s'expliquent par l'élévation de la température de l'eau de mer, et en particulier par ces canicules marines, de plus en plus fréquentes, pendant lesquelles la température de surface * de l'Océan atteint des valeurs records.

Le blanchiment des coraux n'est qu'un des nombreux signaux d'alarme émis par l'Océan. Sa température de surface a déjà augmenté, en moyenne, de près de 1 °C depuis le début du XX^e siècle. L'étendue estivale de la banquise arctique a diminué

* Les termes marqués par un astérisque sont définis dans *Les mots-clés* page 86.

de près de moitié ces dernières décennies, chamboulant le fonctionnement des écosystèmes dans cette région. Le niveau de la mer * a monté de 20 cm depuis 1900 et les épisodes de submersion côtière se font plus fréquents et plus intenses, menaçant l'intégrité de certains territoires. Enfin, les observations dont disposent les scientifiques depuis des décennies indiquent que l'Océan perd de l'oxygène et qu'il s'acidifie. L'ensemble de ces modifications perturbent les écosystèmes et menacent la biodiversité. Inquiétantes, ces tendances sont aujourd'hui bien comprises et témoignent de la façon dont l'Océan est frappé de plein fouet par le changement climatique anthropique.

Une perturbation globale aux dimensions multiples

Mais au-delà du changement climatique, l'Océan et ses écosystèmes doivent faire face à d'autres menaces. Parmi elles, la surpêche constitue un facteur majeur d'appauvrissement des populations marines. De nombreuses espèces de poissons sont exploitées à un rythme bien supérieur à leur capacité de renouvellement, mettant en péril la durabilité des pêcheries et menaçant la sécurité alimentaire de millions de personnes.

La pollution représente une autre source de stress pour l'Océan et ses écosystèmes. Les déchets plastiques, transportés par les courants *, s'accumulent dans de vastes zones éloignées des continents, où ils se fragmentent en microplastiques qui seront ingérés par la faune marine, perturbant les chaînes alimentaires et menaçant la santé des écosystèmes. La pollution chimique, issue de l'agriculture et de l'industrie, engendre des phénomènes d'eutrophisation côtière, faisant apparaître des zones privées d'oxygène où la vie s'éteint. D'autres formes de pollution, moins visibles

mais également destructrices, impactent l'Océan. Les nuisances sonores, causées par le trafic maritime et les activités industrielles en mer, perturbent la communication des cétacés * et d'autres espèces marines.

L'urbanisation des zones côtières et la destruction des habitats naturels, notamment les mangroves et les herbiers marins, affaiblissent la résilience des écosystèmes face aux changements globaux. Enfin, la prolifération des espèces invasives, favorisée par le transport maritime et le changement climatique, bouleverse les équilibres écologiques locaux et menace la biodiversité indigène. Les alertes se multiplient, témoignant d'une dégradation rapide de l'Océan sous l'effet de ces pressions multiples.

Océan, écosystèmes et climat – un équilibre fragile

11 | Pourquoi dépendons-nous de l'Océan ?

L'Océan régule notre environnement

L'Océan redistribue la chaleur excédentaire des zones tropicales vers les pôles, contribuant ainsi à équilibrer les températures à l'échelle globale. Les écosystèmes littoraux *, comme les coraux, les mangroves, les herbiers marins et les marais salants, sont des espaces tampons qui protègent contre les impacts des tempêtes, qui absorbent l'énergie des vagues et stabilisent les sols. Les dunes servent aussi de barrière naturelle limitant l'érosion des côtes. De plus, les herbiers marins et les mangroves purifient l'eau en éliminant l'excès de nutriments et certains polluants.

Il est un pilier économique et géostratégique

Aliments (poissons, crustacés, mollusques et algues), matières premières (sel, sable et gravier pour la construction), algues pour les biotechnologies et les cosmétiques, molécules innovantes pour la santé, eau potable (par dessalement), énergies renouvelables (grâce à l'éolien offshore, aux hydroliennes, aux marées) et fossiles (pétrole et gaz sous-marins) : l'Océan regorge de ressources. Il permet en outre 80 % des transports commerciaux de marchandise, 99 % des flux d'information (grâce aux câbles sous-marins) et facilite la surveillance ainsi que le déploiement rapide de forces militaires.

Il est un vivier culturel

L'Océan est un espace clé pour le tourisme et les loisirs (plongée, surf, pêche récréative, navigation...). S'il constitue une source inestimable de connaissances scientifiques et autochtones, il inspire également par sa beauté, mais aussi par les notions de liberté et d'aventure qu'il évoque, les arts, la littérature, la culture, les mythes et la spiritualité.

L'économie bleue *

On rassemble sous ce terme l'ensemble des secteurs économiques liés à la mer, tels que le transport maritime, le tourisme côtier, la pêche et l'aquaculture, les biotechnologies marines, les énergies marines renouvelables *. L'économie bleue vise à concilier développement économique et protection de l'environnement marin *via* un modèle économique durable.

Et la nature dans tout ça ?

Au concept initial d'un Océan pourvoyeur de services écosystémiques *, jugé anthropocentrique, l'IPBES (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques) préfère aujourd'hui une conceptualisation autour des trois valeurs suivantes de la nature :

- La nature pour elle-même. Ce principe valorise la nature pour sa valeur intrinsèque. Il reconnaît que toutes les formes de vie sont importantes et qu'elles méritent d'être protégées pour leur rôle dans l'équilibre des écosystèmes.
- La nature pour les personnes. Ce pilier reflète l'approche traditionnelle des services écosystémiques, mettant en avant les bénéfices économiques et utilitaires que la nature apporte aux sociétés humaines.
- La nature avec les personnes. Cette perspective s'inscrit dans une vision holistique qui intègre les liens entre les sociétés humaines et la nature. Elle valorise les savoirs autochtones, les relations culturelles et les pratiques collaboratives pour une gestion durable des écosystèmes.

L'importance des savoirs autochtones

Dans certaines îles du Pacifique, les communautés autochtones, souvent dépendantes des récifs coralliens pour leur subsistance, adoptent des pratiques de pêche durable * et des périodes de repos biologique pour préserver ces écosystèmes. Les Inuits du Canada ont des procédés respectueux des cycles de reproduction des poissons et des saisons de récolte limitées pour éviter la surpêche. Ces pratiques, fondées sur des savoirs traditionnels transmis depuis des générations, permettent à la fois de protéger la biodiversité et de garantir des ressources pour la communauté.

25 | Quels sont les risques liés au *deep sea mining* ?

Des ressources convoitées

L'extraction minière en eaux profondes, ou « *deep sea mining* », vise à exploiter des ressources minérales rares essentielles aux technologies modernes et à la transition énergétique : des nodules polymétalliques * formés sur des millions d'années, riches en nickel, cobalt et cuivre, situés à plus de 4 000 m de profondeur, surtout dans la zone Clarion-Clipperton du Pacifique ; des sulfures hydrothermaux bordant les cheminées volcaniques sous-marines ; les croûtes cobaltifères tapissant les monts sous-marins...

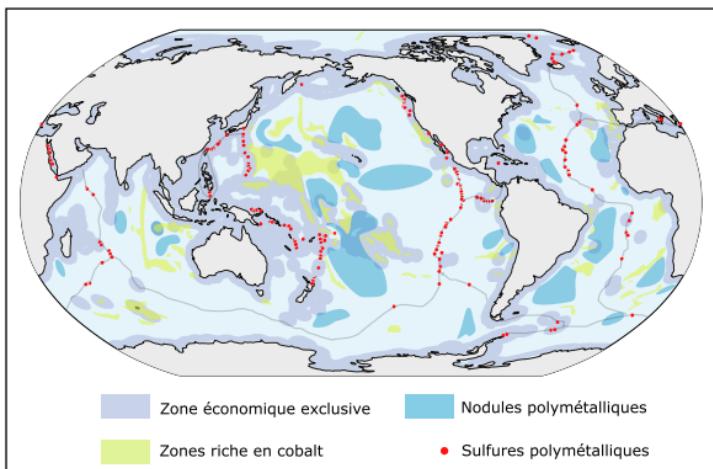
Des impacts écologiques majeurs et mal connus

Arracher les nodules polymétalliques des plaines abyssales comporte des risques élevés de destruction des écosystèmes profonds ; des panaches de sédiments en résulteraient sur des centaines de kilomètres, asphyxiant la faune et altérant la biodiversité. Les cheminées hydrothermales, foyers d'espèces endémiques uniques, risquent d'être anéanties. Enfin, la libération du carbone présent dans les sédiments pourrait aggraver le changement climatique.

Des tensions géopolitiques et une régulation incertaine

La France milite pour un moratoire selon le principe de précaution. Mais des États tels que la Chine et la Norvège soutiennent l'extraction pour sécuriser leur accès aux ressources stratégiques. L'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) peine à imposer un cadre strict face aux pressions économiques. Des projets comme The Metals Company en zone Clarion-Clipperton ou feu Solwara 1 en Papouasie-Nouvelle-Guinée illustrent les défis et controverses entourant cette industrie émergente.

Les principaux gisements sous-marins



Source : © Manon Berger, d'après Kristen F. Thompson *et al.*, « Seabed Mining and Approaches to Governance of the Deep Seabed », www.frontiersin.org, 2018.

Le saviez-vous ?

Le *Glomar Explorer* est un navire conçu dans le plus grand secret par la CIA dans les années 1970 pour récupérer le *K-129*, un sous-marin nucléaire soviétique coulé en 1968 dans le Pacifique. Dans le cadre du projet Azorian, le bâtiment est équipé pour extraire des morceaux du submersible à des profondeurs extrêmes. Bien que la mission ait échoué partiellement, elle a révélé des informations cruciales. En particulier, le *Glomar Explorer* a découvert d'importantes réserves de nodules polymétalliques riches en métaux précieux, suscitant l'intérêt pour l'exploitation minière en haute mer.

26 | L'Océan incarne-t-il l'avenir énergétique ?

Un énorme potentiel... largement sous-exploité

L'Océan pourrait fournir de 45 000 à 130 000 térawatt-heure (TWh) d'électricité par an selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), soit deux fois la demande mondiale d'électricité ! Les capacités actuelles plafonnent à 535 MW – une fraction infinitésimale de ce potentiel énorme et une toute petite partie de l'ensemble des énergies renouvelables dominées par l'hydroélectricité, le photovoltaïque et l'éolien.

Plusieurs technologies disponibles

L'énergie marémotrice, liée à la différence de hauteur entre la haute mer et la basse mer, est exploitée depuis 1966 grâce à la centrale de la Rance, en France, longtemps la plus puissante au monde et dépassée aujourd'hui par celle de Sihwa, en Corée du Sud. Ces deux installations représentent plus de 80 % des énergies marines renouvelables sur la planète. D'autres technologies prometteuses émergent : hydromotrice (qui recourt à l'énergie des courants marins), houlomotrice (qui utilise la puissance des vagues), thermique (qui exploite les écarts de température), osmotique (qui tire parti des différences de salinité).

Alors, qu'est-ce qui freine ?

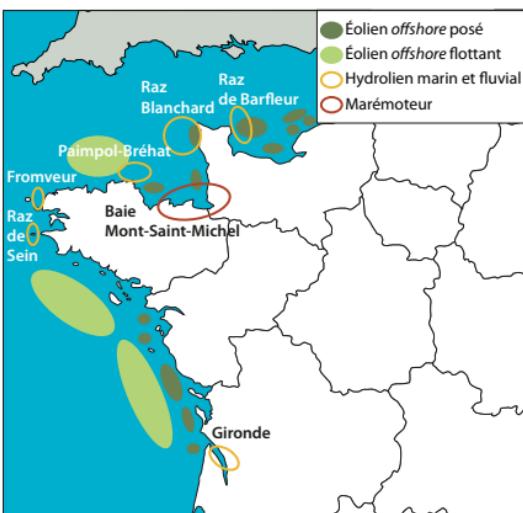
Si les énergies marines renouvelables sont plus prévisibles et moins intermittentes que l'éolien ou le photovoltaïque, elles engendrent des coûts élevés, des défis technologiques liés aux conditions marines extrêmes, un impact environnemental potentiellement délétère sur la faune marine, et des conflits d'usage avec d'autres activités en mer comme la pêche, le transport maritime et le tourisme.

Quelles énergies peut-on extraire de l'Océan ?



Source : Cour des comptes européenne.

Types d'énergies marines renouvelables



Source : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/>

Le potentiel prometteur de l'éolien en mer

Il permettrait d'assurer à horizon 2050 l'équivalent d'environ un quart des besoins en électricité en France.