

Fiche

6

# L'OCÉAN PERD DE L'OXYGÈNE



ocean-climate.org

Michel Hignette, Union des Conservateurs d'Aquariums (UCA)

**L**a désoxygénation (diminution de l'oxygène dissous) est un phénomène qui se produit quand la consommation d'oxygène dissous est supérieure à l'apport d'oxygène dans un milieu aquatique. Il s'ensuit un déficit en oxygène qui peut avoir de grandes conséquences sur les systèmes biologiques.

Les causes de la désoxygénation sont de deux natures. D'une part, le premier phénomène correspond à l'augmentation de la température qui réduit la solubilité de l'oxygène dans l'eau et favorise la stratification, ce qui diminue les échanges entre les différentes couches d'eau (les plus proches de la surface étant les mieux oxygénées par des échanges gazeux avec l'atmosphère). D'autre part, le deuxième phénomène correspond aux apports excessifs d'azote et de phosphore dans le milieu marin (provenant des stations d'épuration ou de l'agriculture) qui favorisent l'eutrophisation et entraînent notamment le développement massif de microalgues.

En présence de sels minéraux trop abondants, les algues planctoniques se multiplient rapidement et atteignent des concentrations telles que de nuit, en l'absence de photosynthèse, leur respiration appauvrit le milieu en oxygène.

## 1 LA PRISE EN COMPTE DE LA DÉSOXYGÉNATION DANS L'OCÉAN EST RÉCENTE

Seulement évoquée lors du rapport du GIEC de 2014, la désoxygénation est maintenant considérée comme l'une des trois problématiques concernant l'océan, avec le réchauffement climatique et l'acidification.

La valeur seuil généralement retenue pour définir la désoxygénation est de 60 micromoles/kg, soit environ 2 mg d'oxygène par litre d'eau.

En haute mer, la décomposition de la matière organique par des bactéries, consommatrices d'oxygène, appauvrit la colonne d'eau en oxygène au fur et à mesure que la profondeur augmente. En effet, l'absence de photosynthèse par manque de lumière et l'éloignement de la surface, où

les échanges avec l'atmosphère stabilisent la concentration en oxygène, ne permettent pas de compenser la consommation d'oxygène par les bactéries.

Par ailleurs, la circulation thermohaline se caractérise par des eaux froides riches en oxygène s'enfonçant à proximité des pôles et circulant en profondeur. Ainsi, en grande profondeur, cette circulation thermohaline rétablit une concentration en oxygène plus élevée. Il y a donc un minimum d'oxygène dans les eaux de profondeur intermédiaire (entre 100 et 1 000 m de profondeur). En milieu côtier, c'est l'eutrophisation qui est à l'origine de la désoxygénation.

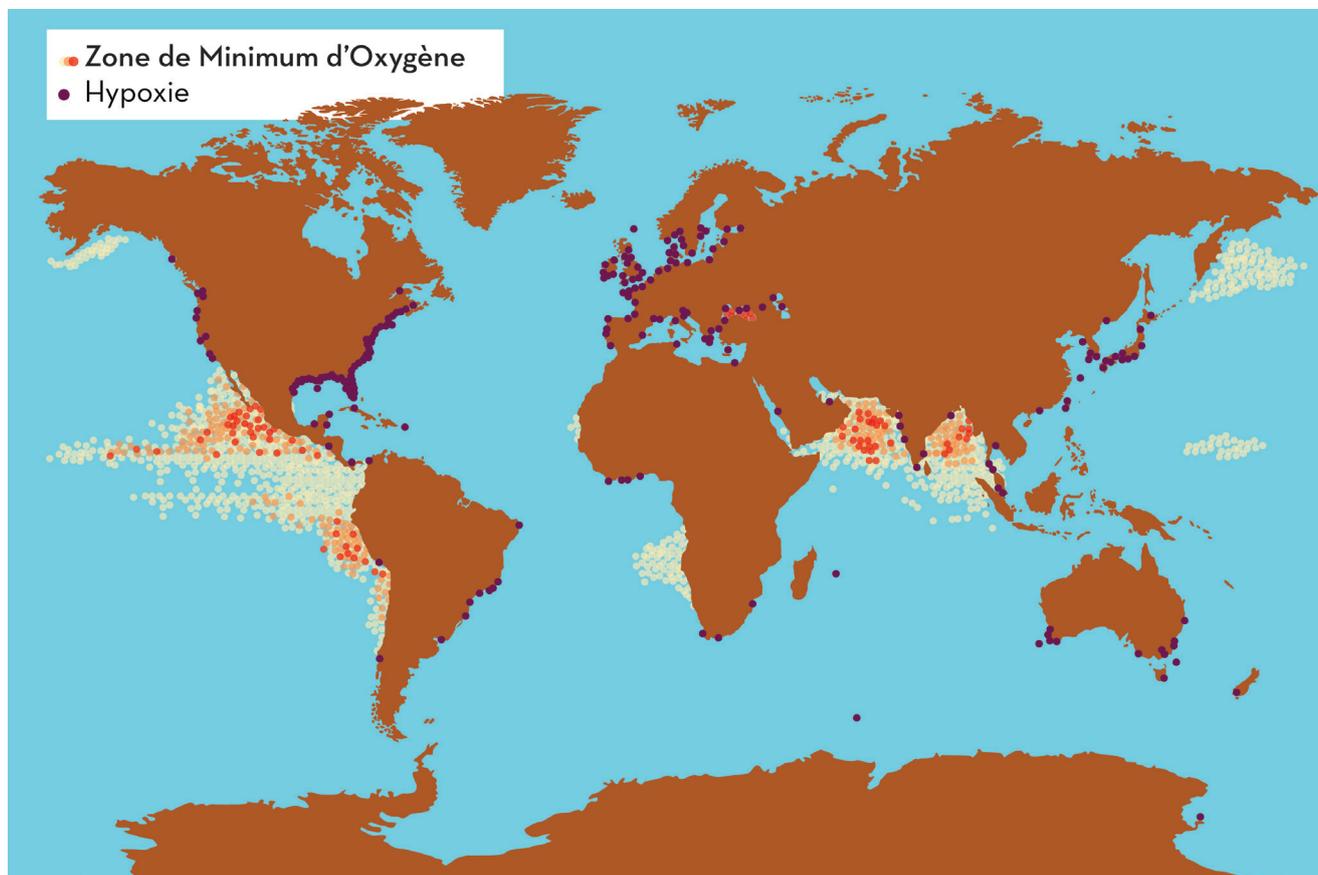
## 2 LES ZONES DE MINIMUM D'OXYGÈNE

Les zones de minimum d'oxygène qualifiées d'OMZs pour « Oxygen Minimum Zones », semblent avoir augmenté de manière très inquiétante récemment. Cependant, il se peut que les améliorations dans les collectes de mesures

puissent expliquer, en partie, cette augmentation apparente.

Depuis 1960, en haute mer, c'est une augmentation de 4,5 millions de km<sup>2</sup> qui a été constatée et de l'ordre de 500 sites côtiers ou estuariens, déficitaires en oxygène, ont été identifiés.

L'océan perd actuellement de l'ordre d'une gigatonne d'oxygène dissous par an. De manière globale, une diminution de 3 à 4% de l'oxygène dissous dans l'océan est envisagée d'ici 2100 mais avec de grandes variations locales, notamment en milieu tropical pour lesquelles il y a de fortes incertitudes (degré de confiance moyen).



L'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire publié par les Nations Unis en 2005 indique que le rejet de composés azotés dans l'océan a augmenté de 80% entre 1860 et 1990. Pour les plans d'eaux côtiers, des augmentations d'un facteur 100 peuvent être constatés.

Au cours des 50 dernières années, la surface des OMZs a augmenté de 4,5 millions de km<sup>2</sup>. L'océan global perd maintenant approximativement 1 gigatonne d'oxygène chaque année (Keeling and Garcia, 2002)

Les upwellings d'eaux pauvres en oxygène peuvent causer des événements de mortalités importants pour les poissons mais permettent également la remontée de nutriments qui sont essentiels à la production halieutique.

Plus de 500 plans d'eau côtiers ont maintenant des concentrations d'oxygène dissous inférieures à 2,2 mg/L (Diaz and Rosenberg 2002 et Diaz mise à jour non publié)

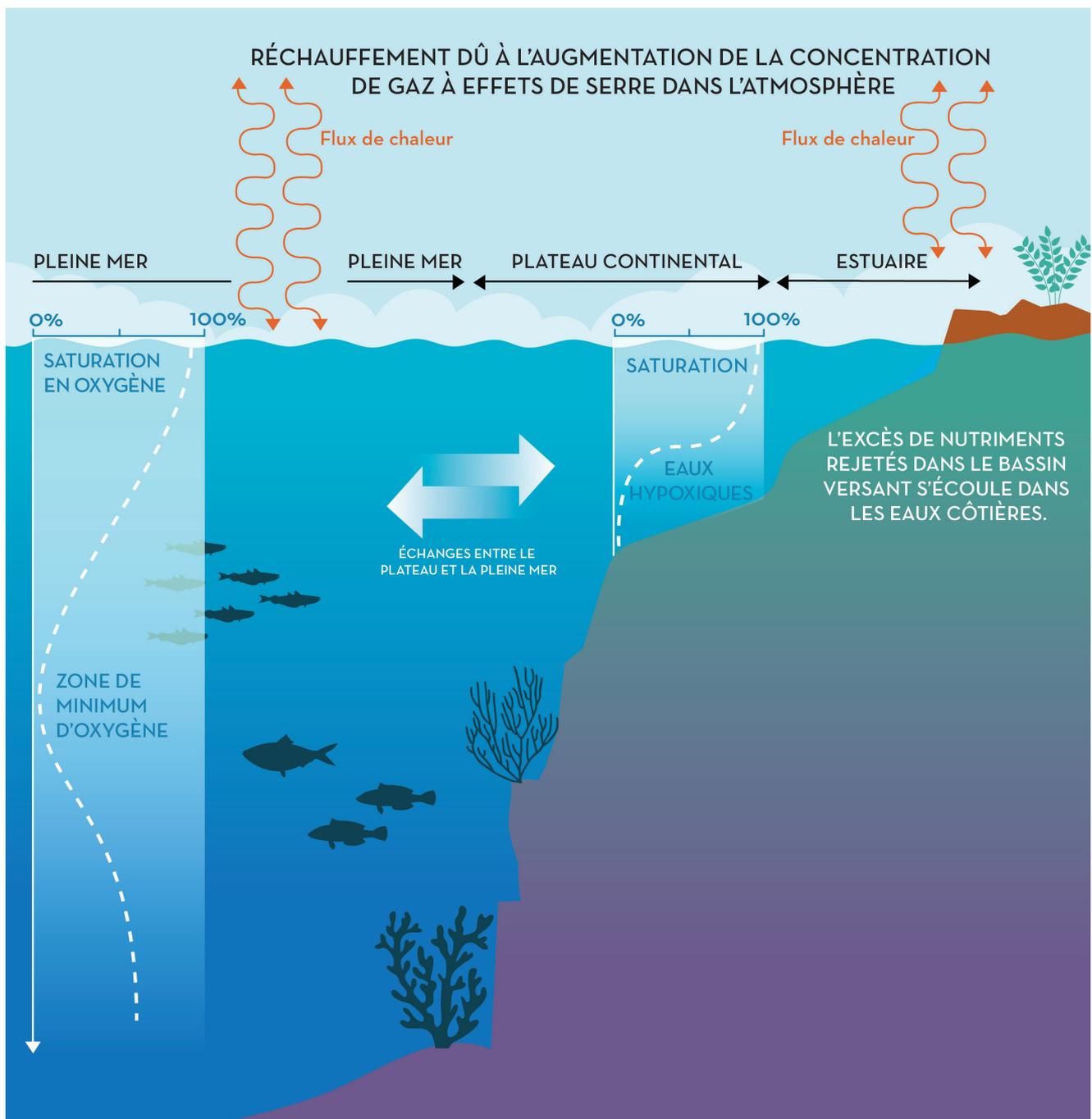
La mer Baltique a la plus grande zone côtière hypoxique. En 2011, la zone avec des concentrations d'oxygène < 2 mg/L avait une étendue de 80 000 km<sup>2</sup> (Carstensen et al. 2014)

**Figure 1: Zones de minimum d'oxygène (rouge) et zones d'hypoxie côtière (en violet) dans l'océan mondial**  
Source: « The Ocean is losing its breath. Declining oxygen in the world's ocean and coastal waters », IOC-UNESCO, 2018

### 3 LES CONSÉQUENCES SUR LES SYSTÈMES NATURELS

Dans les zones où la concentration en oxygène dissous est déjà faible, une légère diminution supplémentaire peut conduire à une perte de biodiversité, une modification des

cycles géochimiques et une diminution de la productivité des écosystème, ainsi que de la répartition géographique des espèces.



**Figure 2 : La désoxygénation dans l'océan : les causes et les conséquences**

Source: « The Ocean is losing its breath. Declining oxygen in the world's ocean and coastal waters », IOC-UNESCO, 2018 (modifié)

## 4 LES CONSÉQUENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Les conséquences socio-économiques se ressentent déjà dans le monde de la pêche et de l'aquaculture.

Les tonnages capturés par les flottilles de pêche ainsi que la composition spécifique des prises sont déjà impactés par le réchauffement climatique, la désoxygénation et les modifications de la production primaire (plancton) (degré

de confiance élevé). Ces facteurs jouent un rôle dans la croissance, la reproduction et la survie des stocks de poissons. Ils augmentent l'apparition de maladies, notamment en aquaculture où les animaux confinés ne peuvent s'échapper vers des zones plus oxygénées. Les élevages de coquillages sont très sensibles à ces modifications ainsi qu'à l'acidification.

Des pêcheurs sont déjà obligés de modifier leurs zones de pêche, avec des conséquences sur la durée des sorties en mer et la consommation de carburant.

Ce sont les zones tropicales qui seront les plus impactées prochainement.

Pour l'aquaculture, la recherche de sites favorables, intégrant les modifications à venir, est un enjeu considérable alors que l'on assiste à une demande croissante pour les produits de la mer et que les tonnages issus de la pêche stagnent, voire régressent.

La faible disponibilité de ces sites favorables constitue un frein au développement de l'aquaculture car le littoral est très convoité pour d'autres activités (tourisme...).

## 5 LES ÉVENTUELS EFFETS CUMULATIFS SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

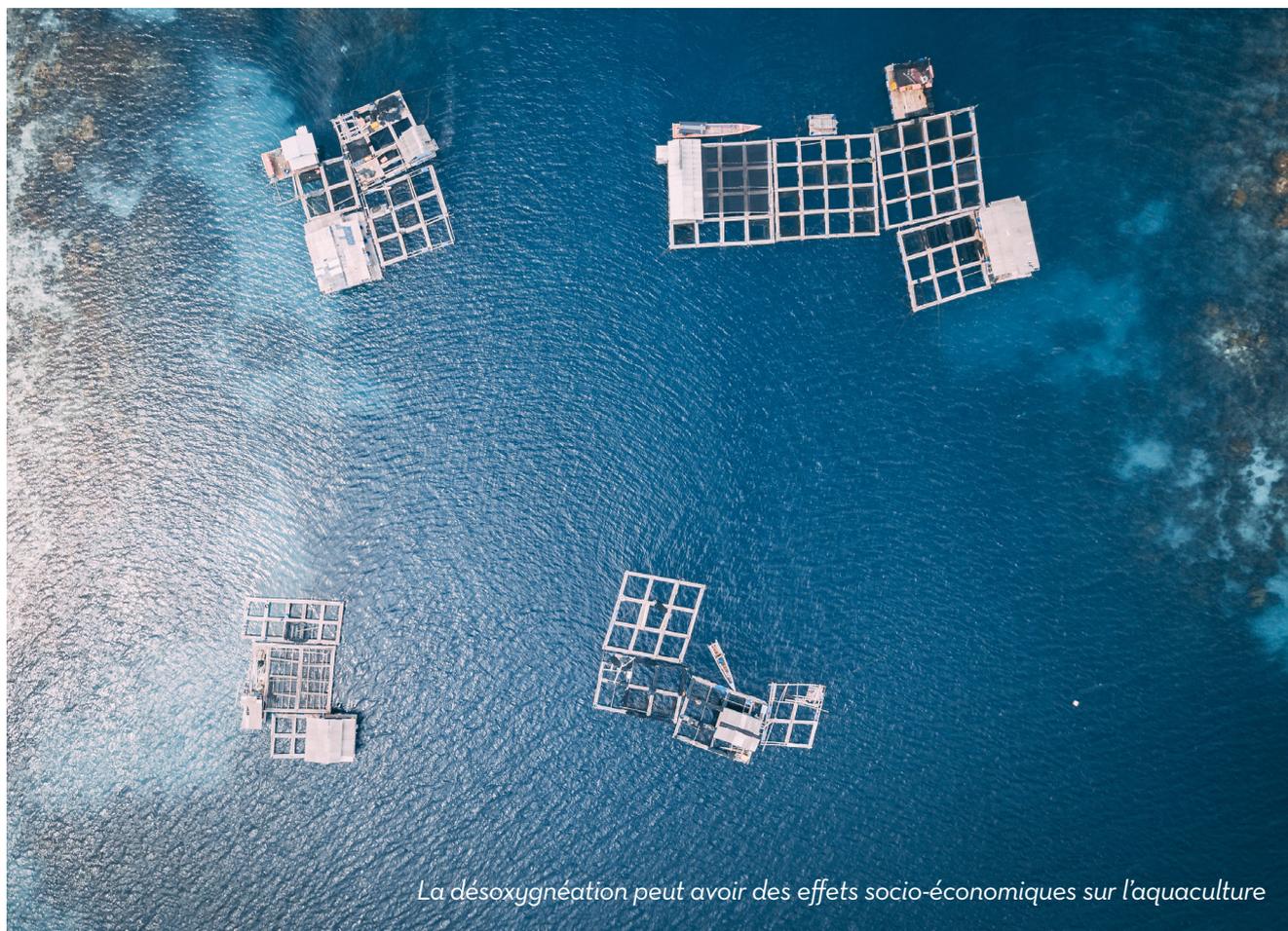
La désoxygénation pourrait aussi avoir un effet sur le changement climatique par une contribution à l'effet de serre, via une modification du cycle de l'azote. En effet, lorsque la concentration en oxygène dissous est insuffisante pour assurer la respiration en aérobie, certains micro-organismes pratiquent la dénitrification pour couvrir leurs besoins

énergétiques. Cette transformation des nitrates en azote gazeux inerte peut malheureusement produire un intermédiaire : le protoxyde d'azote. Ce dernier est un gaz à effet de serre très puissant, dont l'effet est 300 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone et qui, de plus, contribue à la destruction de la couche d'ozone. Un « cercle vicieux » pourrait donc se mettre en place : le réchauffement de l'océan entraînerait, via la désoxygénation, l'émission d'un gaz contributeur au réchauffement climatique.

Le trio « infernal » : réchauffement, désoxygénation et acidification, a ainsi une même origine anthropique.

## 6 QUELLES SOLUTIONS POUR L'AVENIR ?

De manière globale, pour que l'océan puisse continuer à contribuer au bien-être de l'humanité par les services qu'il rend, il faut diminuer drastiquement les émissions de gaz à effet de serre et les rejets d'azote et de phosphore issus des stations de traitement des eaux (quand elles existent...) et de l'agriculture peu raisonnée.



*La désoxygénation peut avoir des effets socio-économiques sur l'aquaculture*