



La désoxygénation de l'océan : situation actuelle et prévisions

Auteur : Louis Legendre

Professeur de Université Pierre et Marie Curie

Président du Conseil scientifique de l'Institut océanographique, Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco

La fiche « Le développement des zones mortes (privées d'oxygène) dans le milieu côtier », du professeur A. Saliot, publiée par l'Institut océanographique en décembre 2011 (<http://www.oceano.org/images/articles/documents/1326298586.pdf>) décrit la progression mondiale du déficit en dioxygène dissous (O_2) dans les *eaux côtières marines*. Moins connue est la *désoxygénation (perte d'oxygène) des eaux marines du large*, qui se propage dans les profondeurs océaniques depuis des décennies, loin du regard des chercheurs et du public. Ce phénomène n'a été découvert que récemment.

On sait que la concentration en O_2 dans l'océan du large change selon la profondeur (<http://www.u-picardie.fr/~beaucham/mbg6/oceano/oceano.htm>, Figure 3).

– En *surface* (premiers 100-200 mètres de la colonne d'eau), O_2 est généralement abondant par suite de la dissolution dans l'eau de mer des gaz de l'atmosphère qui contient 20 % de O_2 . De plus, à certaines saisons, la photosynthèse du phytoplancton marin produit beaucoup de O_2 dans les eaux de surface (tout l'oxygène libre sur la Terre provient de la dissociation de la molécule d'eau, H_2O , par la photosynthèse en milieu terrestre et aquatique). Les organismes qui vivent dans la colonne d'eau consomment de la matière organique – qui provient directement ou indirectement du phytoplancton – pour vivre, croître et se reproduire ; ce faisant, ils utilisent de l'oxygène (respiration).

– Dans les *eaux intermédiaires* (de 100-200 à 1 000-2 000 mètres de profondeur, couche appelée « mésopélagique »), le transport de O_2 depuis la surface est souvent faible, et la lumière, très réduite, ne permet pas à la photosynthèse d'y produire localement du O_2 . Il y a donc peu d'apports de O_2 à mi-profondeur, et les organismes qui s'y nourrissent de matière organique tombant depuis la surface (neige marine) y respirent du O_2 . Il s'ensuit que O_2 diminue avec l'augmentation de la profondeur.

– Les *eaux profondes* (au-delà de 1 000-2 000 mètres) sont généralement froides et bien oxygénées. L'explication est que ces eaux se forment à la surface de l'océan dans des régions polaires en hiver, où les températures très basses favorisent une forte dissolution de O_2 atmosphérique. Les eaux très froides et bien oxygénées coulent vers le fond où elles se répandent, lentement, dans tous les océans. La boucle se referme avec la remontée (« upwelling ») des eaux profondes vers la surface dans certaines régions. La totalité du cycle formation-upwelling peut prendre jusqu'à 1 000 ans (<http://www.u-picardie.fr/~beaucham/mbg6/oceano/oceano.htm>, Figure 17).

– Il s'ensuit que la concentration de O_2 est *minimale dans les eaux intermédiaires*. Dans certains cas, cette concentration est très faible et on parle alors de zone de minimum d'oxygène (OMZ, « oxygen minimum zone »).

En 2008, des chercheurs ont publié une première synthèse des mesures de O_2 qui avaient été réalisées par des navires océanographiques dans l'océan tropical depuis 1960 [3]. Ils ont trouvé que, depuis 50 ans, les OMZ s'étaient épaissies dans le Pacifique équatorial et dans l'est de l'Atlantique tropical et que O_2 y avait fortement diminué entre 300 et 700 mètres de profondeur. D'autres études ont confirmé le phénomène dans plusieurs régions [1].



Institut
océanographique

Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco

Cette *désoxygénation de l'océan* serait due à l'augmentation de la température de l'eau de surface, liée au *réchauffement global*. Une température plus élevée cause à la fois une dissolution plus faible des gaz atmosphériques (dont O₂) dans l'eau de mer et une augmentation du contraste de densité entre les eaux de surface – dont la densité baisse par suite de leur réchauffement – et les eaux sous-jacentes – qui sont plus froides que les premières et, de ce fait, plus denses ; la stratification de densité s'oppose au mélange entre les couches d'eau et, donc, au réapprovisionnement des eaux intermédiaires en O₂ (<http://astrobiology.nasa.gov/articles/ocean-deoxygenation-past-present-and-future/>, cliquer sur le lien « front page article » pour avoir accès à un article et à des illustrations).

Que réserve l'avenir ? Un modèle pour les 700 prochaines années [2] indique que, en condition de réchauffement global, une baisse de O₂ se produirait dans les eaux intermédiaires de la presque totalité de l'océan mondial. Il y aurait aussi une baisse de 20-40 % de O₂ dans l'océan profond, sans toutefois y créer de grandes zones d'eaux mortes (hypoxiques). La couche la plus menacée serait donc celle des *eaux intermédiaires*, qui était peu étudiée jusqu'à présent. Heureusement, la communauté internationale prépare actuellement un grand effort d'exploration et de suivi (monitoring) de la zone mésopélagique à l'échelle mondiale. Voir à ce sujet la fiche « La "tomographie" de l'océan » (<http://www.oceano.org/images/articles/documents/1330096401.pdf>).

Références

- [1] Keeling R.F., Körtzinger A. & Gruber N. (2010). Ocean deoxygenation in a warming world. *Annual Review of Marine Science*, 2, 199-229. Article disponible gratuitement à l'adresse suivante : <http://www.ices.ucsb.edu/~davey/Geog163/Readings/annurev-1.marine.010908.163855.pdf>
- [2] Matear R.J. & Hirst A.C. (2003). Long-term changes in dissolved oxygen concentrations in the ocean caused by protracted global warming. *Global Biogeochemical Cycles*, 17, 1125, doi:10.1029/2002GB001997, 2003.
- [3] Stramma L, Johnson G. C., Sprintall J. & Mohrholz V. (2008). Expanding oxygen-minimum zones in the tropical oceans. *Science*, 320, 655-658.