



Les océans, « poumon bleu » de la Terre, produisent près de 50 % de l'oxygène de l'atmosphère terrestre, loin devant l'Amazonie, qui en produit « seulement » 20 %. Or, ceux-ci sont atteints, du fait du changement climatique, par une désoxygénation dont les impacts sur les milieux marins pourraient menacer inégalement les sociétés humaines.

Cet article est un résumé du rapport de L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) la désoxygénation des océans¹ réalisé par près de 75 scientifiques de différentes nationalités, disciplines et universités en complément du rapport

du GIEC 2019. Les rédacteurs de ce document visent à sensibiliser les décideurs et les citoyens aux effets du changement climatique sur les mers. Celui-ci se traduit de différentes manières : élévation du niveau moyen, acidification, réchauffement mais aussi désoxygénation des milieux.

Les deux principales causes d'une perte en oxygène sont l'eutrophisation (augmentation anormale de la biomasse phytoplanctonique due à un apport excessif de nutriments) et le réchauffement des eaux du globe, deux processus aggravés par l'homme. Si une diminution de la teneur en oxygène de 1 à 2 % dans ce « poumon bleu » peut sembler sans grande conséquence ainsi formulée, il faut rappeler que même de faibles réductions de la quantité d'oxygène dans un milieu marin peuvent avoir de graves conséquences car elles entraînent des coûts élevés d'adaptation pour les organismes ! Ce chiffre constitue également une moyenne : il peut donc sensiblement varier selon les endroits ou selon la stratification de la colonne d'eau.

Quels facteurs ?

Plus précisément, les pertes en oxygène sont en grande partie dues aux changements dans la circulation océanique et à la réduction d'échanges de masses d'eau entre la surface et les profondeurs, pauvres en oxygène. La baisse de la solubilité des eaux provoquée par le réchauffement limite la pénétration de cet oxygène en profondeur et y accroît donc le manque d'oxygène. Les changements dans les courants et les vents ainsi qu'un brassage océanique réduit ne font qu'aggraver la situation. Enfin, l'eutrophisation des milieux² joue aussi un rôle important : la forte augmentation de la biomasse en phytoplancton s'accompagne ensuite de leur dégradation par des bactéries qui consomment plus d'oxygène que n'en produit ce phytoplancton.

Quels espaces ?

La désoxygénation touche inégalement les espaces marins du monde. Les mers fermées le sont davantage, en particulier dans la Baltique, ou en mer du Nord. Elle concerne également les remontées d'eau profonde le long des côtes occidentales des continents qui apportent de nombreux nutriments. Or, celles-ci sont particulièrement vulnérables à une telle variation car ce sont des milieux déjà pauvres en oxygène. Elles abritent des ZMO (Zones de Minimum d'Oxygène) dans lesquelles se produit une forte dénitrification avec parfois un rejet d'oxyde nitreux. On observe ainsi une expansion importante des zones à faible teneur en oxygène ces dernières décennies au large de nombreuses côtes mais aussi à des profondeurs moyennes dans le bassin de l'Atlantique. On constate également une intensification des ZMO déjà existantes comme

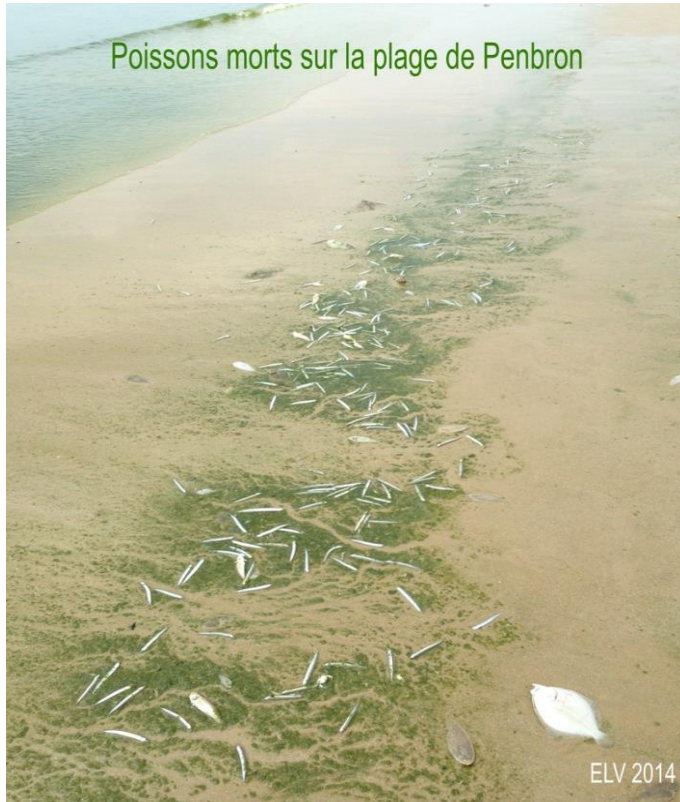
dans les bassins semi-fermés de l’Océan Indien dont les pays côtiers rassemblent près d’un quart de la population mondiale !

1 <https://www.iucn.org/theme/marine-and-polar/our-work/climate-change-and-oceans/ocean-deoxygenation>

2 La Baie de Vilaine est d’ailleurs très touchée par ce phénomène : c’est la zone la plus eutrophisée de France.

Voir <https://wwz.ifremer.fr/Espace-Presses/Communiqués-de-presses/Augmentation-de-l-eutrophisation-en-baie-de-Vilaine>

Quels impacts écologiques ?



La désoxygénation affecte différents éléments des écosystèmes marins :

- Le **cycle biogéochimique** : dénitrification par les micro-organismes qui, en l’absence d’oxygène, consomment le nitrate, un nutriment essentiel, et peuvent produire de l’oxyde nitreux, un puissant gaz à effet de serre ; production de sulfure d’hydrogène, toxique, et rejet de phosphore et d’autres nutriments qui favorisent la prolifération d’algues.
- La **biomasse** : perte d’énergie pour les espèces, dont le système de défense et d’adaptation aux stress externes (maladies, prédation) se trouve affaibli ; d’où une hausse de la mortalité, une croissance réduite, un renouvellement moindre des populations, des modifications physiologiques (taille réduite, maigreur).
- La **biodiversité** : les espèces sensibles aux variations d’oxygène meurent ou quittent le milieu tandis que des espèces opportunistes y prolifèrent (méduses à la place des poissons par exemple). Les effets sont généralement destructeurs (appauvrissement du milieu en qualité et en quantité). Les macroalgues réagissent cependant différemment au stress multiple causé par la désoxygénation, le réchauffement et l’acidification combinés. La perte de diversité réduit la complexité des réseaux trophiques et, par conséquent, leur capacité de résilience.
- Les **habitats** : modifications dans la répartition verticale ou horizontale d’une espèce ; compression (réduction du volume d’eau habitable) de certaines espèces, migration d’autres organismes vers les eaux de surface où elles seront moins adaptées aux conditions de vie et plus vulnérables aux prédateurs (dont l’homme, d’où un risque de surpêche) ou au contraire migration vers les eaux plus profondes qui sont plus froides (et contiennent donc plus d’oxygène dissous) où elles échapperont aux captures. Ces deux comportements sont par exemple observables chez les thons. L’impact dépend beaucoup des espèces étudiées et peut même être positif à court terme pour certaines. La recherche de nourriture des éléphants de mer se trouve ainsi favorisée par la compression de l’habitat des espèces à branchies dont ils se nourrissent, puisqu’elles sont obligées de remonter dans les eaux de surface afin de trouver une eau oxygénée. C’est également le cas pour les baleines et les cachalots qui profitent de la remontée des calmars vers des eaux moins profondes et plus oxygénées.

Quelles conséquences pour les sociétés humaines ?

La **pêche** est un secteur particulièrement vulnérable. Nous pouvons nous attendre à une diminution du nombre de prises, de la diversité et de la qualité (taille, poids) des espèces pêchées du fait d'une perte de biomasse et de diversité. En termes économiques, cela se traduit par une diminution de revenus pour les pêcheurs, une raréfaction de la ressource halieutique et donc potentiellement des tensions.

L'augmentation du nombre et de la surface des zones appauvries en oxygène amènerait les populations halieutiques à éviter les zones létales et à se regrouper en périphérie de celles-ci. Ces changements dans la répartition des espèces induisent des coûts plus élevés pour les pêcheurs (trajets plus longs, temps de recherche des captures allongé au détriment du temps de pêche). Dans certains cas, les espèces pourraient au contraire se rassembler dans des zones proches du rivage, ce qui faciliterait la pêche locale. Les migrations dans de nouvelles zones qui se trouvent sous une autre juridiction peuvent également entraîner des tensions entre pêcheurs et entre pays.

Dans tous les cas, la désoxygénation amènera à revoir la gestion actuelle des ressources halieutiques qui se fonde sur un lien prédictif entre l'abondance de la population et les captures potentielles. Or, les hypothèses ne seront plus valables du fait des changements dans la biomasse et la capturabilité. Les acteurs devront donc tenir compte des effets de la désoxygénation dans leurs évaluations, d'autant plus qu'elle aura un impact fort sur les espèces commerciales dont les captures approchent déjà les niveaux maximums durables.

Par conséquent, la désoxygénation entraînera de nouveaux coûts pour les sociétés bénéficiant ou reposant sur les services océaniques. Les zones côtières densément peuplées et situées à des latitudes basses sont les plus vulnérables. Les effets de la désoxygénation dépendent beaucoup des sites mais, de manière générale, seront plus négatifs pour les sociétés aux capacités d'adaptation limitées et, parmi elles, pour les groupes sociaux défavorisés (minorités ethniques, religieuses, femmes). Les sociétés côtières du golfe de Guinée subiront ainsi beaucoup plus ce phénomène que les habitants des côtes européennes. La raréfaction voire la disparition de ces services océaniques nécessaires au bien-être de ces groupes peut entraîner de véritables tensions sociales. Malgré pour l'instant l'absence d'études approfondies sur les impacts sociaux de la désoxygénation, on peut craindre des impacts similaires à ceux de la montée, de l'acidification ou du réchauffement des eaux qui aggravent les tensions sociales et économiques. Ces conclusions nous rappellent ainsi que le changement climatique est autant un problème social qu'écologique.

Quelles solutions ?

Comme pour le réchauffement global de l'atmosphère terrestre, il est difficile de retourner la tendance et de revenir à un état antérieur avant de nombreuses décennies. De la même façon qu'on ne peut diminuer la quantité de CO₂ dans l'atmosphère avant longtemps, on peut difficilement réoxygéner les océans. Un changement radical et immédiat des activités humaines favorisant la désoxygénation (utilisation d'énergie fossile, agriculture intensive, traitement insuffisant des eaux usées) est donc nécessaire de la part des principaux décideurs. Les scientifiques insistent sur l'urgence de diminuer les rejets de gaz à effet de serre et les rejets de nutriments favorisant l'eutrophisation et sur la mise en place d'une gouvernance à toutes les échelles. Les estimations actuelles sont en outre sous-évaluées du fait d'un manque d'études et de données, par exemple sur les deltas très vulnérables et très densément peuplés des grands fleuves indiens. Des études scientifiques plus approfondies sur ces questions permettraient de mieux prévenir les conséquences néfastes de la désoxygénation sur les sociétés humaines et d'établir des scénarios plus précis. La désoxygénation des océans constitue ainsi une facette encore peu connue du changement climatique mais tout aussi importante et inquiétante que le réchauffement ou la montée des eaux.