

6.9 Acidification des océans

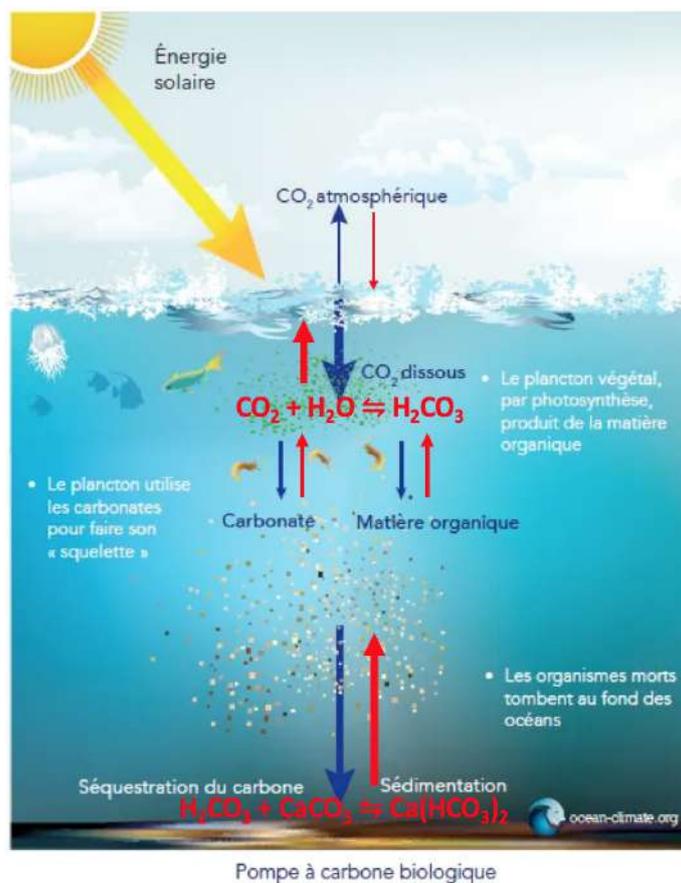
L'eau des océans devient-elle vraiment plus acide ?

L'acidité de l'océan évolue au cours du temps. Actuellement, l'eau des océans devient plus acide ; c'est ce que les scientifiques appellent l'*acidification des océans*. L'acidité d'un milieu conditionne la survie des êtres vivants. Celui-ci doit être entre un pH de 6 et 8 pour permettre la survie de la vie aquatique.

Les *chimistes* mesurent l'acidité par le pH, celle-ci étant une caractéristique de l'eau. Entre un pH de 1 à 6 on parle d'une eau *acide*, entre 8 et 14 on parle d'une eau *alcaline* ou *basique*. Le pH de 7 est considéré comme *neutre*. Cette valeur varie de façon logarithmique. Autrement dit, lorsqu'un milieu passe d'un pH de 7 à 6, on dit qu'il est 10 fois plus acide.

Une eau acide contient du gaz carbonique (CO_2) qui a réagi avec l'eau (H_2O) pour donner de l'acide carbonique (H_2CO_3). A l'opposé, une eau alcaline contient beaucoup de sels minéraux, dont des carbonates qui vont capter l'acidité de l'eau. Au sens *chimique*, l'eau de mer est alcaline car son pH varie entre 7,5 et 8,4 selon les lieux sur la planète et la profondeur à laquelle les mesures sont prises. Le pH moyen des océans est considéré à 8.2.

Qu'est-ce qui modifie le pH des océans ?



Boucles de réactions à divers interface des océans

Adapté de : <https://ocean-climate.org/sensibilisation/locean-puits-de-carbone/>

L'acidité des océans est un équilibre complexe régulé à la fois par des mécanismes physico-chimique et des mécanismes biologiques. Il dépend d'une part de la quantité de gaz carbonique dissous dans l'eau de mer, cette quantité dépendant elle-même de la quantité de CO₂ présent dans l'atmosphère. Les biogéochimistes parlent de « pompe de solubilité », pour souligner que ce phénomène est réversible.

D'autre part, l'acidité des océans est également contrôlée par une « pompe biologique », phénomène également réversible. Cet équilibre dépend de la photosynthèse (absorption du CO₂ par les plantes aquatiques) et de la respiration (libération du CO₂ par les organismes vivants). Cette deuxième pompe va permettre de capturer le gaz carbonique dans les profondeurs de l'océan et de le stocker sous forme de calcaire (CaCO₃), notamment pour former les squelettes animaux, comme par exemple les coquilles.

Quelles sont les causes de l'acidification des océans ?

Il y a un équilibre entre la quantité de CO₂ dans l'atmosphère et la quantité de CO₂ dissous dans l'eau. Actuellement, le taux de CO₂ dans l'atmosphère augmente à cause des activités humaines, provoquant donc une augmentation de l'acidité des océans.

La solubilité du CO₂ dépend entre autres de la température. Le **réchauffement climatique** pourrait donc influencer la capacité des océans à absorber le gaz carbonique en diminuant sa capacité de stockage du carbone sous forme de calcaire avec des conséquences plus ou moins importantes.

Quels sont les conséquences pour le vivant ?

Aujourd'hui, plus d'un milliard de personnes dans le monde dépend des ressources marines pour leur apport en protéines. Il semblerait que la concentration actuelle de CO₂ atmosphérique est la plus élevée que la planète ait connue depuis 800 000 ans. En 250 ans, le pH moyen à la surface de la mer a diminué d'environ 0,1 unité avec de grandes variabilités locales. Ces changements déstabilisent les équilibres fragiles avec des conséquences pas toujours très claires actuellement sur les organismes marins. Cependant des simulations semblent montrer que durant ce siècle, le pH pourrait encore diminuer de 0,45 dans les eaux de surface, rendant celles-ci corrosives pour les structures calcaires des organismes (coraux, coquilles en carbonate de calcium, etc.). La disparition de ces maillons des réseaux trophiques entraînera également une **perte de biodiversité** dommageable à tous les écosystèmes marins.

Des solutions sont-elles proposées ?

Toutes les mesures collectives ou individuelles permettant de diminuer les émissions de CO₂ constituent des solutions pertinentes.

Mais d'autres pistes ont l'air également de se présenter comme différents procédés pour capter le gaz carbonique atmosphérique en le transformant, favoriser la photosynthèse dans les villes et autres technologies. Aucune de ces propositions cependant ne s'attaque directement à l'acidification des océans.

A partir du moment où l'on réussira à diminuer le taux de gaz carbonique atmosphérique, il faudra encore compter avec un temps de latence d'une dizaine de milliers d'années étant donné que retrouver les équilibres fragiles décrit ci-dessus implique également de retrouver une biodiversité fortement diminuée déjà à l'heure actuelle.

L'acidification des océans dans le modèle des limites planétaires

Modèle des 9 limites planétaires		
Variable de contrôle	Limite planétaire	Valeur 2022
Le degré de saturation de l'eau de mer de surface en aragonites : ces derniers sont l'un des deux principaux types de carbonates de calcium produits par les organismes marins. Lorsque le degré de saturation est inférieur à 1, cela signifie que l'eau de mer est sous-saturée : l'aragonite se dissout et les organismes marins ne peuvent plus opérer de calcification.	80% du niveau de saturation en aragonites de l'ère préindustrielle Depuis l'ère préindustrielle, à cause de l'acidification des eaux, le niveau de saturation en aragonites a chuté, ce qui signifie que la capacité de calcification des organismes marins est moindre.	La valeur actuellement constatée équivaut à 88 % de celle de l'ère préindustrielle. Soit légèrement au-dessus de la frontière planétaire globale proposée.

Quel lien avec les autres processus planétaires ?

Changement climatique : l'acidification est particulièrement liée au changement climatique du fait de son origine (la perturbation du cycle du carbone) : les océans séquestrent une partie du CO₂ présent en surplus dans l'atmosphère, ce qui limite le changement climatique mais génère une acidification de l'eau de mer. Certains indices tendent à montrer que les capacités de séquestration physique du carbone atmosphérique par les océans sont en baisse, du fait notamment du réchauffement des eaux qui limitent les capacités de dissolution du CO₂ : cela pourrait alors renforcer le changement climatique (risque de rétroaction positive).

Baisse de biodiversité : l'acidification a aussi des effets potentiellement dévastateurs en termes de biodiversité, car certains organismes à la base de la chaîne alimentaire sont directement menacés, ainsi que d'autres (ex. coraux) qui forment un milieu particulièrement riche en biodiversité.

Cycles biogéochimiques : de manière plus marginale, l'acidification est également pour partie liée aux perturbations du cycle de l'azote et du phosphore. Par exemple, la migration de l'azote issu de l'agriculture dans les cours d'eau finit par se déverser dans les océans où il provoque la prolifération d'algues vertes et de phytoplanctons qui réduisent la quantité d'oxygène et accroissent celle du CO₂, aggravant ainsi l'acidification des océans.

Sources :

Rapport : *Changements climatiques : Rapport de synthèse. Résumé à l'intention des décideurs* du GIEC (2014) :

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_fr.pdf

Rapport Synthèse scientifique des impacts de l'acidification des océans sur la biodiversité marine du Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique :

<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-46-fr.pdf>

Documentaire Disparition des coraux : <https://www.netflix.com/ch-fr/title/80168188>