



Acidification des océans

Jean-Pierre Gattuso,
Lina Hansson

Chaque jour, les océans absorbent un quart du CO₂ produit par l'homme d'où une modification chimique de l'eau de mer qui se traduit par une acidification des océans. La dissolution du CO₂ dans l'eau de mer entraîne une diminution du pH (plus le pH est faible, plus l'acidité est importante) et de la quantité d'ions carbonates (CO₃²⁻) qui sont l'une des briques nécessaires aux plantes et animaux marins pour fabriquer leurs squelettes, coquilles et autres structures calcaires. L'acidité des océans a augmenté de 30 % en 250 ans et ce phénomène continue à s'amplifier. Ses effets et son interaction avec d'autres modifications environnementales restent mal connus. L'acidification menace directement des espèces comme les huîtres et les moules consommées par l'homme et aura aussi un impact sur les chaînes alimentaires marines.

ACIDIFICATION DES OCÉANS

Chaque jour, nos océans absorbent un quart du dioxyde de carbone (CO₂) produit par l'homme. Le résultat ? Une acidification des océans qui n'est pas sans conséquence pour certaines plantes, animaux et écosystèmes marins.

QU'EST-CE QUE L'ACIDIFICATION DES OCÉANS ?

La plupart d'entre nous ont entendu parler du changement climatique et du réchauffement de la planète, dus à l'effet de serre. On sait aussi que ce sont les activités de l'homme, et notamment nos rejets de gaz carbonique (CO₂) provenant par exemple de nos voitures et industries, qui sont en cause. Mais l'acidification des océans reste méconnue. Ce n'est pas très surprenant car cela ne fait que quelques années que son ampleur et ses conséquences ont été découvertes. Pourtant, là aussi, c'est le CO₂ le responsable. En fait, l'acidification des océans est parfois appelée « l'autre problème du CO₂ ».

LA CHIMIE

La totalité du CO₂ que nous produisons tous les jours ne reste pas dans l'atmosphère. Environ un quart du CO₂ émis est absorbé par nos océans. Sans les océans, la quantité de CO₂ dans l'atmosphère, et donc le réchauffement, seraient encore plus importants. Nous avons donc la chance d'avoir des mers et des océans ! Les chercheurs ont longtemps pensé que cette absorption du CO₂ serait sans conséquence importante pour les océans et pour les organismes qui y vivent. Mais ils se sont rendu compte, il y a une quinzaine d'années, que la dissolution du CO₂ dans l'eau de mer entraîne des changements chimiques : une diminution du pH (mesure de l'acidité d'un liquide) et de la quantité d'ions carbonates (CO₃²⁻) qui sont l'une des briques nécessaires aux plantes et animaux marins pour fabriquer leurs squelettes, coquilles et autres structures calcaires.

L'ACIDITÉ ET L'ÉCHELLE DE pH

Vous connaissez certainement déjà des aliments acides, par exemple le citron ou le vinaigre. Il se trouve que le CO₂ est un gaz acide.



Il est présent dans les boissons gazeuses: les petites bulles dans le soda sont des bulles de CO_2 . Lorsque le CO_2 est absorbé dans l'eau de mer, il se dissout et provoque une acidification. Attention, cela ne va pas dire que les océans deviendront acides, mais la chimie des océans change progressivement vers une acidité plus élevée. L'acidité d'un liquide est déterminée par sa concentration en ions H^+ (protons). Il n'est pas très pratique de parler de la concentration en protons car les valeurs sont très faibles. Pour simplifier, on utilise l'échelle de pH, qui va de 0 à 14. Plus le pH est faible, plus l'acidité du liquide est importante. On dit qu'un liquide à pH 7 est neutre, celui avec un pH inférieur à 7 acide, et celui avec un pH supérieur basique. Cette échelle de mesure est un peu particulière, comme l'échelle de Richter utilisée pour mesurer les tremblements de terre: un liquide de pH 6 a une acidité 10 fois plus élevée qu'un liquide de pH 7, 100 fois plus élevée qu'un liquide de pH 8 et 1 000 fois plus élevée qu'un liquide de pH 9.

LE NOM

Pourquoi ce phénomène s'appelle-t-il « acidification des océans » puisque les océans ne deviendront jamais acides ($\text{pH} < 7$) ? L'acidification fait référence à un processus: la diminution du pH (augmentation des ions H^+ et de l'acidité). Le mot « acidification » fait référence à l'abaissement du pH de n'importe quel point de départ vers tout point final sur l'échelle de pH. On peut comparer cette terminologie avec celle que l'on utilise pour la température: si la température de l'air passe de $-20\text{ }^\circ\text{C}$ à $-10\text{ }^\circ\text{C}$, il fait toujours froid, mais nous parlons de « réchauffement ».

UN PEU D'HISTOIRE

L'acidité des océans a augmenté de 30 % en 250 ans, soit depuis le début du développement industriel (baisse de pH de 8,2 à 8,1). Des simulations ont montré que, au rythme des émissions actuelles, l'acidité des eaux de surface de l'océan pourrait tripler d'ici la fin du siècle. Cette absorption de CO_2 se produit à une vitesse 100 fois plus rapide que ce qui s'est produit naturellement au cours des 300 derniers millions d'années.

IMPACTS SUR LES ORGANISMES MARINS

L'absorption de CO_2 par l'eau de mer entraîne donc une augmentation de protons (ions H^+) mais aussi la diminution de certaines molécules, comme les ions carbonates (CO_3^{2-}), nécessaires à de nombreux organismes marins pour fabriquer leur squelette ou coquille calcaire (coraux, moules, huîtres...). La plupart des plantes et animaux calcaires auront de plus en plus de mal à fabriquer ces structures calcaires. Leurs squelettes et coquilles sont aussi menacés de dissolution. En effet, au-dessus d'un certain seuil d'acidité, l'eau de mer devient corrosive vis-à-vis du calcaire, la matière dont les squelettes et coquilles sont fabriqués.

Les chercheurs ont étudié en laboratoire la fabrication de ces structures calcaires chez certains organismes. Ces derniers ont été soumis à des conditions d'acidification prévues pour le futur. Des effets néfastes ont été constatés chez certaines espèces, par exemple chez les ptéropodes et les algues calcaires. D'autres organismes peuvent bénéficier de l'acidification. Par exemple, certaines plantes ont une photosynthèse plus élevée lorsque le CO_2 est plus abondant.

QUEL POURRAIT ÊTRE L'IMPACT DE L'ACIDIFICATION DES OCÉANS SUR L'HOMME ?

L'acidification des océans peut avoir des effets directs sur les organismes que nous consommons, par exemple les moules et les huîtres. Des effets négatifs sur le zooplancton, comme ceux observés sur les ptéropodes, pourraient avoir des conséquences pour l'homme. Dans l'océan, tout est connecté. Beaucoup d'organismes dépendent du plancton, des coraux, comme source de nourriture, ou d'habitat. Ainsi, l'acidification pourrait avoir des conséquences sur les réseaux alimentaires, la biodiversité de certains écosystèmes et des conséquences économiques pour l'Homme. Par exemple, le ptéropode est mangé par le saumon dans le



Pacifique nord et l'océan Arctique. Or, le saumon du Pacifique représente une ressource très importante qui emploie un nombre très significatif de personnes.

QUE PEUT-ON FAIRE POUR LIMITER L'ACIDIFICATION DES OCÉANS ?

La chimie de l'eau de mer restera altérée pendant des centaines d'années, même si l'on arrête d'émettre du CO₂. Il est cependant parfaitement possible de limiter la progression de l'acidification et de limiter ses impacts. Des techniques de géo-ingénierie plus ou moins réalistes ou désirables ont été proposées pour limiter l'acidification, tel que l'ajout de com-

posés basiques dans les océans pour contrer l'acidification et augmenter le pH. Cependant la seule solution éprouvée, efficace et sans aucun risque est de s'attaquer à la source du problème, c'est-à-dire à l'augmentation du CO₂. La réduction des rejets peut se faire à plusieurs niveaux, notamment au travers de discussions entre politiciens aux échelles nationale et internationale, visant à utiliser des énergies renouvelables plutôt que des combustibles fossiles. Mais chacun d'entre nous peut y contribuer, en limitant nos émissions, par exemple en prenant le train plutôt que la voiture, en économisant de l'électricité. On peut aussi en parler autour de nous en motivant nos proches et nos amis à en faire autant.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Laboratoire virtuel – http://i2i.stanford.edu/AcidOcean/AcidOcean_Fr.htm
- Animation sur l'acidification en français – www.youtube.com/watch?v=KqtxGZKItS8
- Animation projet BNP Paribas eFOCE – www.youtube.com/watch?v=QhgQ4unMVUM
- Animation « Hermie the hermit crab » – www.youtube.com/watch?v=RnqJMIhH5yM Great Barrier Reef Marine Park Authority
- Brochures en français – www.iaea.org/ocean-acidification/page.php?page=2198
- Résumé à l'attention des décideurs – www.igbp.net/publications/summariesforpolicymakers/summariesforpolicymakers/oceanacidificationsummaryforpolicymakers2013.5.30566fc6142425d6c9111f4.html