# Acidification des océans

Jean-Pierre Gattuso
(CNRS UPMC,
Villefranche-sur-Mer)

Chaque jour, les océans absorbent un quart du $CO_2$ 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 $CO_2$ 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 ($CO_3^{2-}$) qui sont l'une des briques nécessaires aux plantes et animaux marins pour fabriquer leurs squelette, coquilles et autres structures calcaires. L'acidité des océans a augmenté de 30 % en 250 ans et ce phénomène continu à s'amplifier. Ses effets et son interaction avec d'autres modifications environnementales restent mal connus. Elle menace directement des espèces comme les huîtres et les moules consommés par l'homme et aura aussi un impact sur les chaines alimentaires marines.

## ACIDIFICATION DES OCÉANS

Chaque jour, nos océans absorbent un quart du dioxyde de carbone ($CO_2$) produit par l'homme. Le résultat ? Une *acidification des océans* – qui n'est pas sans conséquences 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 ($CO_2$) 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 $CO_2$ le responsable. En fait, l'acidification des océans est parfois appelée « l'autre problème du $CO_2$ ».

## LA CHIMIE

La totalité du $CO_2$ que nous produisons tous les jours ne reste pas dans l'atmosphère. Environ un quart du $CO_2$ émis est absorbé par nos océans. Sans les océans, la quantité de $CO_2$ 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 $CO_2$ 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 $CO_2$ 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 ($CO_3^{2-}$) qui sont l'une des briques nécessaires aux plantes et animaux marins pour fabriquer leurs squelette, 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 $CO_2$ 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 (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 °C à – 10 °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 du $CO_2$ 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, cela entraîne donc une augmentation de protons (ions $H^+$) mais aussi la diminution de certaines molécules, 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 ces plantes et animaux calcaires auront donc de plus en plus 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. Les organismes 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, qui fabriquent des coquilles calcaires. 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, par exemple, du plancton ou des coraux comme source de nourriture ou d'habitat. Ainsi, l'acidification pourrait avoir des conséquences sur les réseaux alimentaires et la biodiversité de certains écosystèmes. Par exemple, le petit ptéropode est mangé par le saumon dans

le Pacifique nord et l'océan Arctique. Or, le saumon du Pacifique représente une ressource très importante et qui emploi un nom re 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 arrêtait d'émettre du $CO_2$. Il est cependant parfaitement possible de limiter la progression de l'acidification des océans et donc de limiter ses impacts. Des techniques de géo-ingénierie plus ou moins réalistes ou désirables ont été proposées pour limiter l'acidification (par exemple l'ajout de composés 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 racine du problème, c'est-à-dire à l'augmentation du $CO_2$. La réduction de son rejet 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 les combustibles fossiles. Mais chacun d'entre nous peut contribuer. Nous pouvons penser à limiter nos émissions, par exemple en prenant le train plutôt que la voiture et en économisant de l'électricité, et on peut parler de ce problème autour de nous et ainsi apprendre ce qu'il faut faire à nos proches et nos amis.

## 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=RnqJMInH5yM 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