

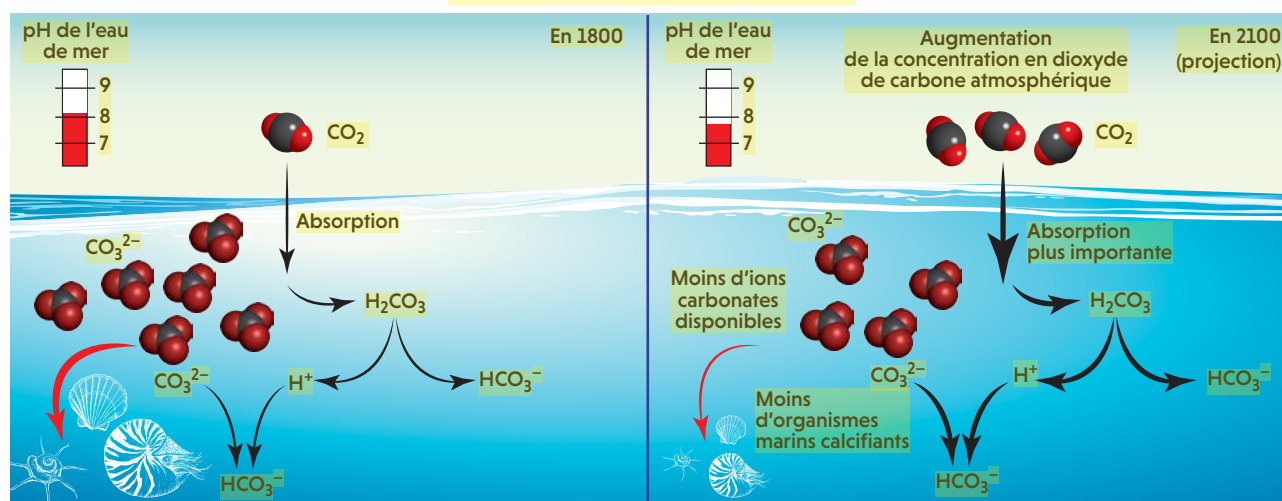
CO₂ ET ACIDIFICATION

L'augmentation du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère, en lien avec les activités humaines, cause l'augmentation des températures à la surface du globe. Et ce phénomène serait bien pire sans les océans, qui absorbent environ 30 % du CO₂ atmosphérique. Mais cette absorption n'est pas sans conséquence sur la chimie des océans. Lorsque le CO₂ se dissout, il réagit avec l'eau (H₂O), provoquant la formation d'acide carbonique (H₂CO₃), qui lui-même se dissocie en ions H⁺ et bicarbonate (HCO₃⁻). La concentration des ions H⁺ détermine l'acidité, mesurée par le pH sur une échelle allant de 1 (pH très acide) à 14 (pH très alcalin). Plus la concentration en ions H⁺ augmente, plus le pH diminue : les océans s'acidifient.

Les ions H⁺ en surplus réagissent avec les ions carbonate CO₃²⁻ présents dans l'océan pour former des ions HCO₃⁻, ce qui entraîne une baisse de la disponibilité des ions carbonate. Or ces ions, que l'on retrouve associés au calcium dans les minéraux de calcite et d'aragonite, sont indispensables à certains organismes pour la construction de leur coquille ou de leur squelette. Pendant 800 000 ans, le pH est resté stable autour de 8,2. Mais depuis la révolution industrielle au XIX^e siècle, il a chuté à 8,1. Cette diminution peut paraître insignifiante, mais elle correspond à une baisse de 30 % du pH (son échelle étant logarithmique). Or les scientifiques estiment que ce phénomène va s'accélérer et que le pH pourrait atteindre 7,8 d'ici à la fin du siècle.

HÉLÈNE GÉLOT, journaliste scientifique

ACIDIFICATION DES OcéANS



atteinte vers 2030 –, les poissons n'étaient plus aussi prudents: ils restaient plus de 50 % de leur temps du côté de la source sonore.

Nous avons répété l'expérience à deux reprises, avec une eau 100 % et 150 % plus acide – soit les acidités attendues en 2050 et 2100, respectivement. Dans les deux situations, les poissons-clowns passaient environ 60 % de leur temps près des haut-parleurs diffusant les bruits de récif de jour. Nous avons aussi réalisé des tests afin de vérifier qu'aucun n'avait perdu le sens de l'audition. Ainsi, exposés à une acidité élevée, les poissons-clowns devenaient incapables de comprendre la signification des stimuli auditifs.

Difficile, pour des animaux marins aux sens défaillants, d'échapper aux prédateurs. Mais qu'en est-il des prédateurs eux-mêmes? Les requins ont un odorat ultrasensitif, sur lequel ils s'appuient pour se diriger, trouver leur partenaire et traquer leurs proies. Auraient-ils plus de mal à chasser dans une eau plus acide? C'est la question que nous nous sommes posée à la suite de nos résultats sur les poissons-clowns. Nous

avons séparé 24 émissiles doux (de petits requins collectés près de Woods Hole, dans le Massachusetts, le long de la côte est des États-Unis) dans trois bassins différents. Le premier bassin contenait de l'eau de l'océan puisée près de Woods Hole, le deuxième et le troisième de l'eau plus concentrée en CO₂, ajustée aux prévisions pour 2050 et 2100, respectivement.

Cinq jours plus tard, nous avons placé les requins dans des citernes de 10 mètres de long et de 2 mètres de large, dont l'eau avait la même acidité que celle du bassin qu'ils occupaient les jours précédents. Aux deux extrémités de chaque citerne était projeté un panache d'eau. Pendant que les requins nageaient, nous avons remplacé l'un des panaches par du «jus de calmar», obtenu en récupérant de l'eau de mer dans laquelle nous avons mis à tremper des calmars, leur repas préféré.

Des caméras et des logiciels de suivi ont enregistré la suite des événements. Les requins du premier groupe (eau non traitée) et du deuxième nageaient 60 % du temps du côté où l'odeur de calmar était injectée. Mais les

REQUINS, BARS ET CREVETTES PISTOLETS

Clac clac clac clac... Sous l'eau, un véritable concerto: les crevettes pistolets se font entendre à des milliers de kilomètres. Pour défendre leur territoire, leurs larges pinces se referment si rapidement que l'expulsion d'eau qui en résulte entraîne la formation, par cavitation, d'une bulle d'air. En implosant, celle-ci produit un son de haute fréquence (supérieure à 570 hertz) et pouvant atteindre plus de 200 décibels. En 2016, une équipe australienne de l'université d'Adélaïde s'est intéressée à l'impact de l'acidification des océans sur ce comportement.

En laboratoire comme en conditions naturelles, Tullio Rossi et ses collègues ont montré que la fréquence et l'intensité des claquements diminuent fortement lorsque la concentration de CO_2 dans l'eau est plus importante. Pourtant, les caractéristiques physico-chimiques de leurs pinces n'ont pas été altérées: c'est bien leur comportement qui a été modifié. Selon ces chercheurs, cette diminution du volume sonore pourrait perturber les organismes marins qui se repèrent en grande partie grâce à ce type de sons. En effet, il a été montré par ailleurs que les larves des Pomacentridés (une famille de poissons comptant notamment les poissons-clowns et les poissons-demoiselles) localisent les récifs coralliens en utilisant préférentiellement les sons de haute fréquence (supérieure à 570 hertz), similaires à ceux produits par les crevettes pistolets.



Dans une eau plus acide, la crevette pistolet produit des bruits moins intenses et moins aigus. Or des larves utilisent ces bruits pour repérer leur habitat dans le récif corallien...

La même année, ces chercheurs se sont penchés sur un autre sujet: les effets conjoints de l'acidification des océans et de l'augmentation des températures sur le comportement de chasse des requins. Dans une eau à température plus élevée, les requins sont plus actifs dans leur quête de nourriture. Notamment, ils localisent leur proie plus rapidement et nagent de manière plus active. Mais lorsque les requins

sont également intéressés aux effets conjoints du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'augmentation de la température sur le comportement des poissons. L'équipe de recherche dirigée par José-Luis Zambonino, à Brest, élève des bars depuis plus de trois ans à trois concentrations de CO_2 et à deux températures différentes. Les chercheurs observent le comportement de ces poissons, évaluent leur performance de nage et mesurent leur activité en suivant leur consommation d'oxygène. Pour une même acidité, les bars sont plus réactifs lorsque la température est plus élevée. Mais plus la concentration de CO_2 est forte, et plus les poissons semblent anesthésiés. «Nos études sont toujours en cours, mais on suppose que le CO_2 aurait un effet sédatif sur les poissons», explique Guy Claireaux, chercheur au Laboratoire des sciences de l'environnement marin à l'université de Bretagne occidentale, professeur d'écophysiologie, d'écotoxicologie et d'énergétique des poissons et membre du projet. «Un peu à la manière d'une drogue ou de l'alcool sur le cerveau d'un humain, le CO_2 affecterait le système nerveux central des poissons. Si c'est le cas, cela expliquerait à la fois les comportements à risque et les interprétations confuses des stimuli olfactifs et auditifs observés sur plusieurs espèces de poissons par d'autres équipes.»

HÉLÈNE GÉLOT

Un peu à la manière d'une drogue ou de l'alcool sur le cerveau d'un humain, le CO_2 affecterait le système nerveux central des poissons

sont exposés à une eau à la fois plus chaude et plus acide, ces effets positifs sont annulés: l'eau plus acide perturbe l'interprétation des signaux olfactifs et visuels chez ces prédateurs, affectant leur capacité de chasse.

Dans le cadre d'une collaboration franco-allemande, des chercheurs de l'université de Bretagne occidentale et de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) se