

La détérioration des océans - Acte I : L'acidification des océans

Le réchauffement planétaire et l'acidification des océans ont endommagé le phytoplancton qui est à la base de l'énorme chaîne trophique alimentaire des océans, mettant ainsi en péril toute la biosphère. [Dr. Mae-Wan Ho](#)

Communiqué de Presse de l'ISIS en date du 25/07/2006

La version originale en anglais et entièrement référencée de cet article intitulé [Shutting Down the Oceans: Acid Oceans](#) est accessible par les membres de l'ISIS sur le site suivant : www.i-sis.org.uk/AcidOceans.php

La fin des océans

Imaginez de vastes étendues d'océans dépourvus de vie, aussi loin et aussi large que vous pouvez projeter votre regard : pas de baleines, ni de poissons, ni les oiseaux de mer et pas de coraux en dessous. L'eau de mer chaude est épaisse avec des déchets plastiques qui flottent et de la vase, et l'air est lourd et oppressant, avec l'odeur putride de la décadence et de la mort.

Ce n'est pas une scène d'un film de science-fiction, mais un scénario probable du futur si nous ne prenons pas les mesures qui s'imposent désormais: arrêter de polluer et d'exploiter les océans et passer, au niveau mondial, à l'option des énergies renouvelables, afin de réduire radicalement les émissions de carbone ([Quelle énergie?](#)).

L'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère et le réchauffement planétaire menacent le **phytoplancton** dans les océans qui permettent et supportent toute la vie sur Terre, et tout d'abord dans les milieux marins, les organismes vivants allant du **zooplancton** à la baleine. Le phytoplancton est aussi le plus rapide assimilateur de carbone, nettoyant, en le compensant, le dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère terrestre, empêchant ainsi sa concentration et son action comme gaz à effet de serre qui réchauffe la planète terre.

Lorsque le phytoplancton est en cause, toute la vie est en péril, sur terre et en mer. La vie marine va littéralement mourir de faim, et la décadence et la décomposition qui vont s'ensuivre, vont libérer des quantités énormes de dioxyde de carbone, que l'on estime à 800 Gt de biomasse au niveau de l'océan, ce qui entraîne en outre le réchauffement climatique d'une très grande ampleur.

Une petite fille que l'on a emmenée à la plage pour la première fois de sa vie a été amenée à affirmer qu'elle aimait la mer, parce qu'elle était «toujours ouverte». Il est impensable que le rideau final puisse bientôt tomber sur la scène du monde océanique.

Les océans qui s'acidifient

Les océans absorbent le dioxyde de carbone passivement en le dissolvant dans l'eau des couches superficielles : lors de l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, la concentration de dioxyde de carbone dans l'eau augmente du même coup. Cela rend les eaux de surface plus acides et interfère avec la calcification chez les organismes qui fabriquent leurs coquilles ou leur squelette externe à partir du carbonate de calcium [1].

Le calcium de la **chaîne alimentaire** marine part du phytoplancton qui trouve sa propre nourriture par le biais de la photosynthèse, et il va pratiquement vers tous les autres organismes vivants qui dépendent directement ou indirectement de ce phytoplancton pour leur nourriture.

Les organismes calciques comprennent les coccolithophores parmi le phytoplancton, les foraminifères et les ptéropodes (petits escargots de mer) parmi le zooplancton, ainsi que les coraux.

Dans des conditions normales, la calcite et l'aragonite (forme de carbonate de calcium) sont stables dans les eaux de surface où l'ion carbonate est à sursaturation de concentration. Toutefois, comme l'eau devient plus acide, la concentration en ions carbonate chute et les structures de carbonate de calcium peuvent alors se dissoudre.

Les chercheurs ont déjà constaté que les coraux, les algues - coccolithophores et ptéropodes - ont réduit leur calcification ou présentent une dissolution accrue de leurs coquilles et de leur squelette lorsqu'elles sont exposées à des niveaux élevés de dioxyde de carbone.

L'acidité est mesurée par le pH, le logarithme négatif de base 10 de la concentration en ions d'hydrogène H^+ . L'échelle de pH va de 0 à 14 : un pH de 7 est neutre, un pH supérieur à 7 est alcalin et moins de 7, acide. Le pH des océans est légèrement alcalin, à 8,0 à 8,2. Il a diminué de 0,1 unité depuis la révolution industrielle. À la fin de ce siècle, il baissera de 0,3-0,4, ce qui représente une augmentation de 100 à 150 pour cent de la concentration en ions hydrogène H^+ .

Comme le pH baisse, la concentration en carbonate diminue en conséquence, ce qui rend plus difficile la formation du carbonate de calcium chez les organismes marins. Des résultats expérimentaux suggèrent que les taux de calcification diminuent dans les récifs de coraux de basses latitudes, qui se forment à partir de l'aragonite, la forme métastable de carbonate de calcium ; il en est de même chez les types de phytoplancton qui forment leur coquille avec de la calcite, la forme stable de carbonate de calcium.

Les expériences correspondent aux prédictions théoriques

Une équipe internationale de 27 scientifiques du climat, de France, des États-Unis, du Japon, de Suisse, d'Allemagne, d'Australie et du Royaume-Uni, ont utilisé 13 modèles du cycle du carbone océanique pour évaluer la saturation du carbonate de calcium dans le cadre d'un scénario dit «*business as usual*», un scénario de *statu quo* [1].

Dans leurs projections, les eaux de surface de l'océan Austral (celle qui entoure l'Antarctique) vont commencer à devenir sous-saturées pour l'aragonite en 2050. En 2100, cela pourrait s'étendre à travers tout l'océan Austral et dans l'océan Pacifique sub-arctique. Lorsque les ptéropodes vivants ont été exposés à ce niveau prévu de sous-saturation, lors d'une expérience de deux jours à bord des navires, leurs coquilles d'aragonite ont montré des dissolutions notables.

Les chercheurs ont déclaré que leurs résultats indiquent que les conditions dommageables pour les écosystèmes aux hautes latitudes pourraient se développer au cours des décennies et des siècles, comme on le pensait auparavant.

Ils ont calculé la chimie du carbonate de l'océan actuel en fonction de l'alcalinité observée et le 'carbone inorganique dissous' (DIC) à partir des données recueillies pendant l'enquête sur le CO_2 du programme 'Expérience sur la circulation océanique mondiale' (WOCE), une partie du World Climate Research Programme (WCRP), le Programme de Recherche sur le Climat Mondial, qui a utilisé les ressources de près de 30 pays pour enregistrer des observations *in situ* et par satellite de l'océan mondial, entre 1990 et 1998 [2], d'une part, et le Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS), 'L'étude associative des flux océaniques mondiaux', un programme international multi-disciplinaire impliquant 20 pays, pour étudier les flux de carbone entre l'atmosphère et la surface et l'intérieur des océans, ainsi que leur vulnérabilité aux changements climatiques, d'autre part [3].

Les concentrations actuelles en ions carbonate en surface varient avec la latitude, de 105 mmol / kg dans l'océan Austral (toutes les eaux au sud de 60° Sud) à 240 mmol / kg sous les tropiques. Les eaux profondes à basses températures, - avec de grandes quantités d'eau en jeu -, dans l'océan Austral, contiennent des niveaux élevés de dioxyde de carbone, provenant de la décomposition des matières organiques : ils sont responsables de la faible concentration de carbonate dans ces milieux.

Le dioxyde de carbone généré par les activités humaines a déjà réduit le carbonate des eaux de surface actuelles de plus de 10 pour cent depuis la révolution industrielle (29 mmol / kg dans les régions tropicales et 18 mmol / kg dans l'océan Austral).

Des prédictions

D'ici l'an 2100, lorsque le dioxyde de carbone atmosphérique atteindra 788 ppm (parties par million) dans le cadre du scénario de *statu quo*, la moyenne du carbonate dans les eaux de surface tropicales, diminuera aux environs de 149 plus ou moins 14 mmol / kg, soit une réduction de 45 pour cent par rapport aux niveaux pré-industriels, et ceci est en accord avec les estimations précédentes.

Cependant, dans l'océan Austral, les concentrations en surface vont atteindre 55 plus ou moins 5 mmol / kg, ce qui est de l'ordre de 18 pour cent en dessous du seuil (66 mmol / kg) auquel l'aragonite devient sous-saturée.

Ces changements vont se propager bien au-dessous de la surface des mers. Tout au long de l'océan Austral, la colonne d'eau devient sous-saturée pour l'aragonite.

L'horizon de saturation en aragonite passe de sa profondeur moyenne actuelle de 730 mètres, tout au long du parcours jusqu'à la surface. Simultanément, dans une partie de la région sub-arctique du Pacifique, l'horizon moyen de saturation en aragonite se déplace de sa profondeur actuelle, d'environ 120 mètres en direction de la surface.

Dans l'Atlantique Nord, les eaux de surface demeurent saturées pour l'**aragonite**, mais l'horizon de saturation dans les bas-fonds remonte de façon spectaculaire. Au nord de 50° Nord, cet horizon passe de 2.600 m à 115 mètres. L'érosion plus grande dans l'Atlantique Nord est due à une pénétration plus profonde et des concentrations plus élevées de dioxyde de carbone d'origine anthropique : c'est une tendance qui se manifeste déjà dans les estimations actuelles, basées sur les données observées et dans les modèles simulés.

Les changements dans la concentration d'aragonite pourraient avoir des conséquences graves pour la calcification des organismes vivants dans les mers, notamment chez les **ptéropodes** coquillés, qui sont les grands producteurs planctoniques de l'aragonite.

Les densités de population des ptéropodes sont élevées dans les eaux polaires et sub-polaires, mais seulement 5 espèces se reproduisent généralement dans ces régions froides et, parmi celles-ci, seulement une ou deux espèces sont communes dans les latitudes les plus élevées. Les ptéropodes des hautes latitudes ont une ou deux générations par année ; ils forment la partie intégrale des chaînes trophiques, et ils se trouvent généralement dans la partie supérieure, sur 300 mètres, mais ils peuvent atteindre des densités de centaines de milliers d'individus par millilitre.

Dans les latitudes élevées, avec de forts écarts entre les saisons, les augmentations de la sédimentation des ptéropodes se produisent le plus souvent juste après l'été. Dans la mer de Ross, les ptéropodes représentent la majorité du flux d'exportation annuel de carbone, à la fois des ions carbonates et du carbone organique sur les fonds marins. Au sud du front polaire antarctique, les ptéropodes dominent également les flux d'exportation de carbonate de calcium vers les fonds océaniques.

Les ptéropodes peuvent déjà se trouver incapables de maintenir leurs coquilles dans les eaux sous-saturées en aragonite. Les données provenant des pièges à sédiments indiquent que des coquilles vides de ptéropode montrent des perforations et une dissolution partielle, dès qu'ils tombent sous l'horizon de saturation en aragonite.

Lors de mesures effectuées *in vitro*, le rythme rapide de la dissolution des coquilles des ptéropodes été confirmé. De nouveaux résultats expérimentaux suggèrent que même les coquilles des ptéropodes vivants se dissolvent rapidement dans les eaux de surface, une fois qu'ils se trouvent dans un milieu sous-saturé d'aragonite.

Les auteurs de ces recherches montrent que lorsque le ptéropode subarctique *Clio pyramidata* est exposé à un niveau de sous-saturation similaire à celui prévu pour les eaux de surface du sud de l'océan en l'an 2100, selon le scénario de *statu quo*, une dissolution marquée sur les bords de croissance de la coquille se produit dans les 48 heures.

Les chaînes trophiques alimentaire_s sont menacéesL

L'échec dans la croissance, le développement et la reproduction des ptéropodes aura une incidence sur de nombreuses espèces, car ils contribuent à l'alimentation de diverses autres espèces de zooplancton, des petits poissons, du saumon du Pacifique Nord, du hareng, du maquereau, de la morue et des baleines à fanons.

Le plancton à **calcite** résidant dans les eaux de surface, comme les foraminifères et les Coccolithophoridés, peuvent s'en sortir mieux sur le court terme. Cependant, le début de la sous-saturation en aragonite sous les hautes latitudes, est à la traîne de 50 à 100 ans. Les divers organismes calcaires dans les régions de haute latitude se trouvent également menacés, notamment les coraux, qui offrent un habitat essentiel pour les poissons.

Les récifs coralliens d'eau froide, semblent beaucoup moins abondants dans le Pacifique Nord que dans l'Atlantique Nord, où l'horizon de saturation d'aragonite est beaucoup plus profond. Certains groupes importants de communautés vivant dans les régions de l'Arctique et dans l'Antarctique, sécrètent de la dolomie (calcaire magnésien), qui peut être plus soluble que l'aragonite. Il s'agit notamment des gorgones, des algues rouges coralliennes et des échinodermes.

À deux fois la concentration normale de dioxyde de carbone, les jeunes échinodermes cessent de croître et ils ont produit des exosquelettes plus cassants et fragiles dans une expérience de six mois en milieu subtropical. D'après les données expérimentales, à partir de plusieurs sites de basses latitudes, les organismes marins émettant du calcium dans les eaux peu profondes des océans, révèlent une diminution de la capacité à se calcifier, lorsque diminue l'état de saturation des carbonates.

À deux fois la concentration normale de dioxyde de carbone, les taux de calcification chez certains organismes des eaux peu profondes, peuvent diminuer de 50 pour cent.

The Institute of Science in Society, The Old House 39-41 North Road, London N7 9DP
telephone: [44 20 7700 5948] [44 20 8452 2729]

[Contact the Institute of Science in Society www.i-sis.org.uk](http://www.i-sis.org.uk)

Définitions et compléments:

Acidification des océans - Article Wikipédia

L'**acidification de l'océan**, l'*autre problème induit par le CO₂ (the other CO₂ problem)*¹, est le nom donné à la diminution progressive du **pH** des océans.

Il a été estimé que de **1751** à **2004**, le pH des eaux superficielles des océans a diminué de 8,25 à 8,14².

Sommaire

- [1 Causes](#)
- [2 Cycle du carbone](#)
- [3 Évolution de l'« acidité » des océans](#)
- [4 Recherche](#)
- [5 Notes et références](#)
- [6 Voir aussi](#)
 - o [6.1 Filmographie](#)

Causes

Cette acidification a plusieurs causes anthropiques identifiées :

- l'absorption de [dioxyde de carbone](#) atmosphérique d'origine anthropique^{[Note 1](#)}. C'est la première cause identifiée, et probablement la plus importante ;
- l'azote anthropique lié à la circulation motorisée et au chauffage, dégageant des [oxydes d'azote](#), source d'[acide nitreux](#) et d'[acide nitrique](#) contaminant les pluies et les eaux de surfaces et marines, via l'[atmosphère](#) et les cours d'eau ;
- le soufre contenu dans les combustibles fossiles, se transformant lors de la combustion en [dioxyde de soufre](#), source d' [acide sulfureux](#) et d'[acide sulfurique](#).

Ces trois facteurs associés acidifient les eaux côtières plus rapidement que ne le prévoient les premières [modélisations](#).

Environ six téramoles d'azote actif et deux téramoles de soufre seraient annuellement injectées dans l'atmosphère, ce qui est bien moins que les 700 téramoles de CO₂, selon une étude^{[réf. nécessaire](#)} récente pilotée par Scott Doney (*Woods Hole Oceanographic Institution*, Massachusetts, USA). Cet azote aurait déjà sur certains littoraux un impact équivalent à 10 à 50 % de celui du CO₂. Ces zones sont toutes des zones importantes pour l'Homme (pêche, activité économique et touristique).

Il semble de plus que les [estuaires](#) et les [zones mortes](#) ne remplissent plus leur rôle de [puits de carbone](#), et que l'acidification est un phénomène qui puisse — dans une certaine mesure — s'autoentretenir^{[réf. nécessaire](#)}.

Cycle du carbone

Article détaillé : [Cycle du carbone](#).

Dans le [cycle du carbone](#) naturel, la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) représente un équilibre de flux entre les océans, la biosphère terrestre, et l'atmosphère. Les activités humaines telles que la combustion de combustibles fossiles et la production de ciment entraînent un nouveau flux de CO₂ dans l'atmosphère. Une partie reste dans

l'atmosphère, une autre partie est absorbée par les plantes terrestres, et une dernière partie est absorbée par les océans.

Quand le CO₂ se dissout, il réagit avec l'eau pour former un équilibre d'espèces chimiques ioniques et non-ioniques : dioxyde de carbone libre dissous (CO_{2 (aq)}), [acide carbonique](#) (H₂CO₃), [hydrogénocarbonate](#) (HCO₃⁻) et [carbonate](#) (CO₃²⁻). La proportion de ces espèces dépend principalement de l'[alcalinité](#) de l'eau et secondairement de facteurs tels que la température et la salinité de l'eau de mer (voir l'article sur la [pompe de solubilité](#) de l'océan pour plus de détail).

Évolution de l'« acidité » des océans

L'acidité des océans aurait progressé de 30 % depuis le début de la révolution industrielle, soit une baisse de 0,1 du pH, pour atteindre 8,1 ou 8,14 selon les sources aujourd'hui (les océans sont ainsi [alcalins](#) et non [acides](#), leur [pH](#) se situant au-dessus de 7)^{3,4}.

Sur la base des prévisions du [GIEC](#) (ou IPCC en anglais), l'augmentation actuelle du taux de CO₂ dans l'atmosphère devrait encore diminuer le pH des eaux du globe de 8,14 actuellement à 7,8 d'ici la fin du siècle⁵. Un rapport du [PNUE](#) fait part d'une diminution du pH de 0,3 d'ici 2100, tandis qu'un communiqué de presse du [CNRS](#) avance une baisse de 0,4^{6,7}.

Recherche

L'Allemagne a lancé le 1^{er} septembre 2009 un programme national de recherche sur l'acidification des océans (BIOACID⁸ pour "*biological impacts of ocean acidification*") avec 8,5 millions d'euros sur 3 ans (dont 2,5 millions pour l'[Institut Leibniz de sciences marines de Kiel](#) qui coordonne le programme) apportés par le Ministère fédéral de l'enseignement et de la recherche ([BMBF](#)). Dès 2009, plus de 100 chercheurs (biologistes, chimistes, physiciens, paléontologues, mathématiciens, etc.) venant de 14 instituts y contribueront, ainsi qu'une entreprise en pointe dans la technologie des [capteurs](#). Le programme portera sur la [mer du Nord](#) et la [Baltique](#), ainsi que sur des zones polaires ou tropicales particulièrement vulnérables à l'acidification.

Des partenariats avec d'autres pays sont prévus, dont avec les scientifiques anglais du programme de recherche sur l'acidification des mers prévu à partir de 2010, les États-Unis et l'Union européenne (donc avec le programme EPOCA). Selon ses initiateurs, c'est le premier programme de cette importance dans le monde⁹.

Des recherches sur les impacts de cette acidification montrent que plus le taux d'acidification est important, plus les espèces ayant des coquilles (plancton microscopique à la base de la [chaîne alimentaire](#), coquillages, mollusques ou coraux) ont des difficultés à les fabriquer¹⁰.

Notes et références

Notes

1. ↑ Il est à noter que ce sont bien, directement, les émissions de CO₂ qui sont en causes, et non le [réchauffement climatique](#).

Références

1. ↑ Doney, S. C., V. J. Fabry, R. A. Feely, and J. A. Kleypas. 2009. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science* 1:169– 192.
2. ↑ Jacobson, M. Z. (2005). *Studying ocean acidification with conservative, stable numerical schemes for nonequilibrium air-ocean exchange and ocean equilibrium chemistry*. *J. Geophys. Res. Atm.* **110**, D07302
3. ↑ « [Les coquilles des organismes marins perdent en calcification](#) » [archive] sur [rfi.fr](#)
4. ↑ [Synthèse scientifique des impacts de l'acidification des océans sur la biodiversité marine](#) [archive] sur [cbd.int](#)
5. ↑ Laurent Bopp (CNRS), [Cycle du carbone, Changement climatique, Acidification des océans](#) [archive] (Conférence Débat sur le Changement Climatique, diaporama en pdf, 35 pages)
6. ↑ [Environmental Consequences of Ocean Acidification:A Threat to Food Security](#) [archive] sur [unep.org](#)
7. ↑ « [Acidification des océans : impact sur des organismes clés de la faune océanique](#) » [archive] sur [cnrs.fr](#)
8. ↑ (en) [À propos du Programme BIOACID](#) [archive]
9. ↑ [Brève](#) [archive] 60383 d'après le communiqué de presse de l'Institut Leibniz de sciences marines de Kiel du 2009/09/01
10. ↑ (en) Jason M. Hall-Spencer et al, « *Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification* », dans *Nature*, vol. 454, n° 7200, juin 2008, p. 96-99

Voir aussi

Filmographie

- [Film pédagogique de l'INRA sur l'histoire de la prise de conscience du phénomène des pluies acides et de leurs conséquences](#)
- Documentaire "Tipping Point" 52 min sur l'acidification des océans de Laurence Jourdan et Nicolas Koutsikas
http://www.ebu.ch/fr/eurovisiontv/science_education/tippingpoint.php

Source http://fr.wikipedia.org/wiki/Acidification_des_oc%C3%A9ans

Aragonite – Introduction d'un article de Wikipédia

L'**aragonite** est une espèce [minérale](#) de la famille des carbonates de formule CaCO₃ avec des traces : Sr; Pb; Zn. Les cristaux peuvent atteindre 30 cm ⁴.

Sommaire

- [1 Inventeur et étymologie](#)
- [2 Topotype](#)
- [3 Cristallographie](#)
- [4 Cristalochimie](#)
 - [4.1 Groupe de l'aragonite](#)
- [5 Habitus](#)
- [6 Synonymie](#)
- [7 Variétés](#)
- [8 Gîtologie](#)
 - [8.1 Minéraux associés](#)
- [9 Galerie](#)
- [10 Gisements remarquables](#)
- [11 Biologie](#)
- [12 Aragonite, climat et acidification des océans](#)
- [13 Sources et références](#)
 - [13.1 Articles connexes](#)
 - [13.2 Notes](#)
 - [13.3 Bibliographie](#)

Article complet sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Aragonite>

Calcite - Introduction d'un article de Wikipédia

La **calcite** est un [minéral](#) chimique ou biochimique (biominéralisation) composé de [carbonate naturel de calcium](#) de formule CaCO_3 , avec des traces de Mn, Fe, Zn, Co, Ba, Sr, Pb, Mg, Cu, Al, Ni, V, Cr, Mo. L'abondance des [cations](#) autres que le calcium explique la richesse des variétés décrites pour ce minéral.

Polymorphe de l'[aragonite](#) et de la [vatérite](#), isostructurale avec la [nitratine](#), et l'[otavite](#), la calcite forme une série avec la [rhodochrosite](#). Elle peut être présente dans les météorites.

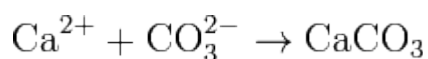
Sommaire

- [1 Découverte et étymologie](#)
- [2 Gîtologie](#)
- [3 Cristallographie](#)
- [4 Groupe de la calcite](#)
- [5 Synonymie](#)
- [6 Propriétés](#)
- [7 Galerie fluorescence](#)
- [8 Propriétés optiques](#)
- [9 Galerie France](#)
- [10 Variétés et mélanges](#)
 - [10.1 Variétés](#)
 - [10.2 Mélange](#)
- [11 Les pseudomorphoses](#)
- [12 Gisements remarquables](#)
- [13 Galerie stéréoscopique](#)
- [14 Notes et références](#)

Article complet sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Calcite>

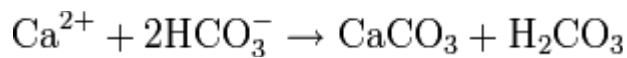
Le **carbonate de calcium** (CaCO_3) est composé d'un [ion](#) carbonate (CO_3^{2-}) et d'un ion calcium (Ca^{2+}), sa masse molaire est de 100,1 g/mole.

C'est le composant principal du [calcaire](#) et de la [craie](#), mais également du [marbre](#). C'est aussi le principal constituant des [coquilles](#) d'animaux marins, du corail et des [escargots](#).



Le carbonate de calcium cristallise naturellement avec deux formes cristallines principales : l'[aragonite](#) et la [calcite](#). Les deux autres formes cristallines sont plus rares : la [vatérite](#) & un [hexahydrate](#), forme intermédiaire peu stable qui évolue vers la [calcite](#). Il peut se présenter, dans les processus de cristallisation, sous forme de [colloïde](#) contenant de fins cristaux des formes plus stables.

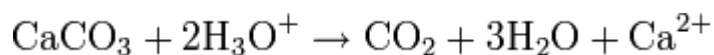
L'ion [bicarbonate](#) (appelé également hydrogénocarbonate) est à la base de la formation du carbonate de calcium (CaCO_3) qui est insoluble dans l'[eau](#) et est le constituant principal du [calcaire](#) :



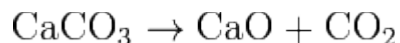
(H_2CO_3 est l'[acide carbonique](#))

Par contre, en milieu [acide](#), le carbonate de calcium se transforme en [bicarbonate de calcium](#) ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ou Ca^{2+} , 2HCO_3^-), *très soluble dans l'[eau](#)*.

C'est donc formellement un [sel](#), d'une base faible ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ - $\text{pKa} = 12,6$) et d'un acide faible (H_2CO_3 - $\text{pKa} = 6,35$), capable de réagir avec les acides pour donner des sels de calcium, de l'[eau](#) et du [dioxyde de carbone](#), qui est à la pression atmosphérique et à température ambiante, gazeux et volatil :



À partir de 800 °C, il se forme une réaction de décomposition fortement endothermique :



CaO est la [chaux vive](#), qui fait l'objet d'une très grande industrie, la deuxième après le raffinage du pétrole en termes de quantités et de tonnes de CO₂ produites, soit 800 kg de GES pour une tonne de ciment, représentant 5% des émissions de GES au niveau mondial. C'est d'ailleurs pour cette réaction que le carbonate de calcium porte, dans certaines industries, le nom de **carbonate de chaux**, qui était l'ancien nom avant que le calcium ne soit isolé. Il existe cependant aujourd'hui un ciment à base de MgO développé par la compagnie Novacem à bilan carbone neutre.

Sommaire

- [1 Chimie de l'état naturel](#)
- [2 Et sur Mars ?](#)
- [3 Bibliographie](#)
- [4 Notes et références](#)
 - o [4.1 Articles connexes](#)
- [5 Liens externes](#)
- [6 Références](#)

Article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Carbonate_de_calcium*

Chaîne trophique : renvoi à **Réseau trophique** – Extrait d'un article Wikipédia

Un **réseau trophique** (ou *chaîne tropho-dynamique*) se définit comme un ensemble de **chaînes alimentaires** reliées entre elles au sein d'un [écosystème](#) et par lesquelles l'[énergie](#) et la matière circulent (échanges d'éléments tel que le flux de [carbone](#) et d'[azote](#) entre les différents niveaux de la chaîne alimentaire, échange de carbone entre les végétaux autotrophes et les hétérotrophes).

Le terme *trophique* se rapporte à tout ce qui est relatif à la [nutrition](#) d'un [tissu](#) vivant ou d'un organe. Par exemple, une relation trophique est le lien qui unit le [prédateur](#) et sa [proie](#) dans un [écosystème](#).

Dans un écosystème, la structure des réseaux trophiques (les types et réseaux de relations alimentaires entre organismes) influence fortement la quantité, la diversité, la stabilité et la qualité de la biomasse et de la matière organique résiduelle ([excrétions](#), [nécromasse](#)) produites par les écosystèmes¹. La qualité d'un réseau trophique et de ses interactions a un lien direct avec la stabilité et [résilience](#) des populations qui en font partie ².

Les réseaux trophiques sont affectés par les [changements globaux](#), dont liés au [dérèglement climatique](#)^{3 4}, dont au niveau des [espèces-clé](#)⁵.

Sommaire

- [1 Description](#)
 - o [1.1 Chaîne alimentaire](#)
- [2 Réseau limité](#)
- [3 Histoire du concept](#)
- [4 Notes et références](#)
- [5 Voir aussi](#)
 - o [5.1 Articles connexes](#)
 - o [5.2 Liens externes](#)
 - o [5.3 Bibliographie](#)

Description

La notion de *réseau trophique* désigne l'ensemble des relations trophiques existant à l'intérieur d'une [biocénose](#) entre les diverses catégories écologiques d'êtres vivants constituant cette dernière (producteurs, consommateurs, [décomposeurs](#)). Il peut aussi se définir comme étant la résultante de l'ensemble des chaînes alimentaires unissant les diverses populations d'espèces que comporte une biocénose.

Aux échelles humaines de temps, la structure de la communauté peut sembler en équilibre. Il s'agit en fait d'un équilibre instable maintenu en [équilibre dynamique](#), par le

jeu de deux grandes chaînes de [rétro-contrôles](#) ; les relations « *top-down* » (régulation des ressources par leurs consommateurs) et « *bottom-up* » (rétroactions des ressources sur leurs consommateurs).

Mieux comprendre ces interactions est un des enjeux de l'écologie, car elles sont fortement affectées par les impacts en cascade des activités humaines ([chasse](#), [pêche](#), [agriculture](#)), qui diminuent fortement le nombre et la [biomasse](#) des espèces de haut niveau trophique, tout en augmentant ou perturbant les apports et les cycles de nutriments⁶, conduisant notamment à des phénomènes d'appauvrissement en amont et de [dystrophisation](#) en aval des bassins versants, ou à des phénomènes d'[eutrophisation](#) et d'[anoxie](#) en mer⁷.

Chaque réseau est caractérisé par des boucles de rétroactions complexes et des équilibres dynamiques, fortement influencées par les paramètres [biotiques](#) et [abiotiques](#) (température, [pH](#), disponibilité en lumière, [oxygène](#) et [nutriments](#) notamment).

Ainsi, à titre d'exemple pour les milieux aquatiques, l'augmentation du nombre d'individus d'une espèce ou du nombre d'espèces herbivores tend à diminuer le nombre d'[algues](#) fixées ou en suspension. Mais dans le même temps cette pression herbivore favorise l'arrivée de lumière et rend disponible des nutriments, ce qui favorise la croissance d'autres algues ou plantes^{8,9}.

Inversement, un *déséquilibre écologique*, tel que la [pullulation](#) en surface ou en pleine eau d'une espèce invasive introduite (n'ayant pas ou n'ayant plus de prédateur local) peut priver le milieu de lumière et le conduire à l'[anoxie](#)¹⁰ voire à un phénomène de [zone morte](#), ou une espèce invasive, comme la [moule zébrée](#) (*Dreissena polymorpha*), en filtrant des masses considérables d'eau va induire un changement de la composition alguale¹¹.

Selon les espèces [herbivores](#) (éventuellement exotiques et invasives) qui dominent le milieu, la pression herbivore peut être très sélective et alors induire d'importants changements dans le réseau trophique (changements de dynamiques [démographiques](#) et de colonisation, changement dans les tailles¹² ou dans le nombre d'espèces, etc.)¹³.

Les relations inter-spécifiques, la structure en taille et biomasse de la communauté, les relations intra-spécifiques des assemblages de plantes ou [microalgues](#) en seront affectées et modifient en retour la structure et la dynamique des herbivores et de leurs prédateurs¹⁴.

Lire la totalité de cet article sur le site http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_trophique

Sommaire

- [1 Présentation du taxon](#)
- [2 Caractères propres au groupe](#)
- [3 Écologie](#)
- [4 Dinoflagellés et Phycotoxines](#)

- [5 Génomique](#)
- [6 Paléontologie](#)
- [7 Liste de Dinoflagellés \(2200 espèces connues\)](#)
- [8 Voir aussi](#)
 - o [8.1 Articles connexes](#)
 - o [8.2 Bibliographie](#)
- [9 Notes et références](#)
- [10 Liens externes](#)

Article complet sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Dinophyta>

Ptéropodes - Pteropoda ; note de Wikipédia

Aller à : [Navigation](#), [rechercher](#)



Cet article est une ébauche concernant les mollusques. Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant ([comment ?](#)) selon les recommandations du [projet correspondant](#).

Les **ptéropodes** (*Pteropoda*) sont un ancien ordre de la classe des mollusques comprenant ceux qui ont de chaque côté du corps un appendice en forme d'aile, servant à la natation. Ce taxon, aujourd'hui obsolète est remplacé par les ordres [Thecosomata](#) et [Gymnosomata](#).

Références

- [Pteropoda](#) sur le site du [Littré](#)
- Référence [ITIS](#) : *Pteropoda* Pelseneer, 1888 **Non valide (fr)** (+ [version anglaise \(en\)](#))



Source <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pteropoda>

Plancton : un monde d'organismes mystérieux - Par Christian Sardet ; 20/05/2011. Article 'FuturaSciences'.

Les papillons des mers construisent de fragiles coquilles. Résisteront-ils à l'acidification des océans ?

Les **mollusques** possèdent un corps mou non segmenté dont la forme varie beaucoup selon les classes. La tête est dotée d'une paire d'yeux, de tentacules sensoriels et d'une bouche ventrale portant une râpe ou [radula](#).



Photo à consulter à la source

Le ptéropode **Limacina** : **Limacina inflata** est un ptéropode à coquille spiralée. C'est un ptéropode thécosome. © C. et N. Sardet/CNRS

Spécificités des mollusques

Le corps est recouvert d'une [coquille](#) organique [dorsale](#), plus ou moins fortement calcifiée, parfois secondairement réduite. La face ventrale forme un pied utilisé pour la locomotion. Une cavité délimitée par une enveloppe riche en vaisseaux sanguins, le [manteau](#), permet la respiration chez les formes terrestres.

Chez les mollusques aquatiques, l'échange des gaz de la respiration a lieu au niveau de [branchies](#) insérées dans cette cavité respiratoire. Le plus souvent, les sexes sont séparés, mais certains mollusques sont [hermaphrodites](#).



Photo à consulter à la source

L'hétéropode Atlanta : les mollusques hétéropodes comme cet **Atlanta peroni** possèdent un seul pied en forme de nageoire lobée et une fine coquille [calcaire](#) transparente à travers laquelle on peut observer tous les organes. © C. et N. Sardet/CNRS

La plupart des mollusques sont [benthiques](#) à l'état adulte mais le développement comprend généralement une [larve](#) planctonique. Toutefois, deux petits groupes de [gastéropodes](#), les ptéropodes et les hétéropodes, sont exclusivement planctoniques. Quelques-uns d'entre eux sont [bioluminescents](#).

Morphologie des ptéropodes

Chez les [ptéropodes](#), le pied s'est transformé en deux lames musclées, les parapodies, dirigées vers l'avant du corps. En battant comme des ailes, ces extensions propulsent l'animal dans l'eau, sans toutefois lui permettre de lutter contre un courant. La plupart des [ptéropodes](#) n'excèdent pas 2 centimètres. Certains, tels **Creseis** et **Cavolinia**, portent une coquille calcaire bien développée, tandis que d'autres, comme Clione en sont dépourvus.

Morphologie des hétéropodes

Chez les hétéropodes, le pied est très grand, comprimé latéralement en une puissante nageoire ventrale impaire. La tête, de grande taille, [porte](#) un mufler cylindrique et les yeux, quand ils existent, sont très volumineux et de structure complexe.

Chez **Atlanta**, la coquille calcaire est transparente, spiralée et aplatie dans un plan, tandis que chez **Firola**, il n'y a pas de coquille et le pied, allongé en forme de nageoire, porte une ventouse chez le mâle.

Sommaire

1. [Plancton : un monde d'organismes mystérieux](#)
2. [Plancton : définitions et chiffres](#)
3. [Vidéo : le plancton au gré des courants](#)
4. [Protistes : cellules dans la mer, embryons et larves](#)
5. [Vidéo : les protistes, êtres unicellulaires](#)
6. [Embryons et larves, animaux marins](#)
7. [Cténophores : une orgie de couleurs](#)
8. [Vidéo : les cténophores](#)
9. [Salpes : la vie enchaînée](#)
- 10. Ptéropodes : les mollusques qui nagent**
11. [Pelagia : ces méduses si redoutées](#)
12. [Vidéo : les Pelagia, méduses redoutables](#)
13. [Vidéo : les vérelles, voiliers planctoniques](#)
14. [Pour en savoir plus sur le plancton](#)

Phytoplancton - Introduction d'un article Wikipédia




Cet article est une [ébauche](#) concernant la [microbiologie](#). Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant ([comment ?](#)) selon les recommandations des [projets correspondants](#).

Le **phytoplancton** (du [grec](#) *phyton* ou « [plante](#) ») est le [plancton végétal](#). Plus précisément il s'agit de l'ensemble des espèces de plancton [autotrophes](#) vis-a-vis du carbone (y compris les bactéries telles que les [cyanobactéries](#)). Le phytoplancton est un groupe très diversifié d'un point de vue [taxonomique](#). Il comprend environ 20 000 espèces distribuées dans au moins huit classes taxonomiques ou embranchements. En comparaison, les plantes supérieures comprennent plus de 250 000 espèces dont la plupart sont comprises dans une seule classe. Ainsi, contrairement aux plantes supérieures, le **phytoplancton** est pauvre en espèces mais très diversifié d'un point de vue [phylogénétique](#)¹. Parmi ces différents groupes d'organismes, trois lignées [évolutives](#) peuvent être discernées. La première comprend tous les [procaryotes](#) phytoplanctoniques qui appartiennent tous à la classe des [cyanobactéries](#). En nombre, ces organismes dominent les [écosystèmes](#) océaniques. Il y a approximativement 1 000 000 000 000 000 000 000 000 cyanobactéries dans les océans. À titre de comparaison, les cyanobactéries sont deux fois plus nombreuses que les étoiles dans le ciel².

Tous les autres organismes phytoplanctoniques sont des [eucaryotes](#). Au sein des eucaryotes, on peut distinguer deux grands groupes qui descendent d'un ancêtre commun. Le premier groupe comprend les espèces qui renferment de la [chlorophylle](#) b. Il constitue la lignée verte qui fut l'ancêtre de toutes les plantes supérieures. La plupart des espèces phytoplanctoniques de la lignée verte appartiennent au groupe des [Chlorophyta](#) et des [Euglenophyta](#). Le second groupe constitue la lignée rouge. Il comprend les [diatomées](#), les [dinoflagellés](#), les [Haptophytes](#) (qui incluent les [Coccolithophoridés](#)) et les [chrysophytes](#)².

Le phytoplancton produit la moitié de l'[oxygène](#) que l'ensemble des êtres vivants hétérotrophes et des volcans (ils consomment de l'oxygène en brûlant le carbone organique des sédiments dans les zones de subduction) consomment³. Il capte l'énergie solaire grâce à la [photosynthèse](#). Il est à la base des [réseaux trophiques](#) océaniques et des oiseaux marins et joue un rôle essentiel dans le rétrocontrôle du climat, notamment en pompant le [CO₂](#) (Gaz à effet de serre) de l'air. Son développement est fortement saisonnier⁴ et souvent constitué de succession de populations dominantes. La surpêche ou une pêche ciblant des espèces consommant le plancton (dont baleines par exemple) peut modifier le réseau trophique et la composition planctonique de l'océan, de même que le réchauffement climatique ou la pollution ([acidification](#), [eutrophisation](#) en particulier).

Développement de phytoplancton ([efflorescence algale](#)) au large de l'Argentine détecté par satellite.

 Photo

[Diatomées](#), un des phytoplanctons les plus communs.

Sommaire

- [1 Quelques exemples de phytoplancton](#)
- [2 Habitat](#)
- [3 Phytoplancton ; biomasse et puits de carbone](#)
- [4 Identification](#)

- [5 Notes et références](#)
- [6 Voir aussi](#)
 - o [6.1 Planctologistes](#)
 - o [6.2 Articles connexes](#)
 - o [6.3 Liens externes](#)

Article complet sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoplancton>

Zooplancton - Extrait d'un article Wikipédia



Cet article est une **ébauche** concernant la **mer**. Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des [projets correspondants](#).

Le **zooplancton** (du [grec](#) *zoo* ou « [animal](#) ») est un [plancton animal](#). Il se nourrit de matière vivante, certaines espèces étant [herbivores](#) et d’autres [carnivores](#).

 Photo

Les [méduses](#) dont les larves sont planctoniques voient leurs populations augmenter dans une grande partie de l’[océan mondial](#), au détriment de la [biodiversité](#), ce qui est considéré comme un signe de déséquilibre écologique

 Photo

Un [copépode](#) (*Calanoida* sp.)

 Photo

[Krill](#) (*Meganyctiphanes norvegica*)

 Photo

[Crustacé](#) (*Hyperia*)

Il remonte la nuit vers la surface pour se nourrir de [phytoplancton](#) et redescend pendant la journée vers les eaux plus profondes. Il échappe ainsi aux prédateurs et économise de l’énergie car la température est moins élevée.

Ce mouvement du zooplancton dit de [migration verticale quotidienne](#)) suit un [rythme nyctéméral](#) commandé par la [lumière](#) du [soleil](#) (En eaux douces, la plupart des espèce zooplanctoniques sont plus actives les deux heures suivant le coucher du soleil, et deux heures avant l'aube. Il en va de même pour la plupart de leurs [prédateurs](#). De nombreuses espèces zooplanctoniques peuvent elles-mêmes émettre de la lumière ([bioluminescence](#)), en profondeur ou en surface lorsque la mer est agitée.

Le zooplancton contribue à la production de [Tripton](#) (aussi appelé « pseudoplancton »¹⁾ qui rassemble tous les éléments supposés morts ([nécromasse](#)) ou d'origine minérale ou organique ([excréments](#), excréments, [gamètes](#) mortes, particules issues du plancton mort

ou vivant...). Le tripton sédimente en grande partie, contribuant ainsi au [cycle biogéochimique](#) et à la fonction "[puits de carbone](#)" des océans. Il est par exemple à l'origine de la [craie](#), roche très riche en carbone (sous forme de Ca CO₃).

Sommaire

- [1 Dispersion](#)
- [2 Plancton et climat](#)
- [3 Classification](#)
- [4 Identification](#)
- [5 Divers](#)
- [6 Voir aussi](#)
- [7 Articles connexes](#)
 - o [7.1 Lien externe](#)
 - o [7.2 Notes et références](#)

Dispersion

Dans les eaux douces périodiquement asséchés, le zooplancton ([daphnies](#) par exemple) fait preuve d'une bonne [résilience écologique](#), grâce notamment à des œufs capables de survivre à de longues périodes sèches (de plusieurs années parfois).

Les oiseaux et mammifères peuvent transporter de tels œufs sur leurs pattes ([zoochorie](#)) ou dans leur [tube digestif](#) ([endozoochorie](#)), ce qui permet l'entretien d'une certaine diversité génétique malgré le fait que les populations semblent souvent isolées dans les mares ou étangs. Cette dispersion mais peut être moins facilement qu'on pourrait le penser² (en termes d'efficacité réelle de la [dispersion biologique](#), ce qui pourrait expliquer la forte régression (et disparition sur l'essentiel de son aire naturelle ou potentielle de répartition) des [Triops](#) quand leur milieu se dégrade.

Une autre forme de dispersion se fait via les inondations est possible.

Plancton et climat

On distingue des espèces de zooplancton d'eaux chaudes et d'eaux froides. Les premières sont très nombreuses et diversifiées, mais présentes en faible [biomasse](#), alors que les espèces d'eaux froides ont une [diversité spécifique](#) moindre, mais peuvent former des populations très denses, probablement parce que l'oxygène, l'un des facteurs limitant de ces espèces qui sont toutes [aérobies](#), est beaucoup mieux dissous et disponible dans l'eau froide).

Dans les zones plus fraîches de la zone tempérée on observe depuis 50 ans un net changement dans la répartition des planctons d'eaux chaudes et froides, les premières proliférant au détriment des secondes.

Il semble exister une relation à double sens entre *climat* et *zooplancton* ;

1) Le zooplancton régule (par sa prédation) le phytoplancton qui absorbe le CO₂ de l'atmosphère dissous dans la mer, jouant ainsi un rôle important dans le [cycle du carbone](#) et les cycles climatiques. S'il régresse, en cessant de consommer le phytoplancton, notamment dans les milieux fermés tels que bassins, mares, étangs, lacs... il peut être source d'augmentation de la [turbidité](#) et d'eutrophisation du milieu³, et s'il disparaît en zone [eutrophe](#), la pullulation des algues microscopique entraîne leur mort par défaut d'oxygène, et l'apparition de zone anoxiques (ou [zones marines mortes](#)), qui semblent en forte augmentation depuis la fin du XX^e siècle. La décomposition de la nécromasse y entraîne alors l'émission de méthane et de CO₂ qui peuvent contribuer à réchauffer le climat, ce qui - en un cercle vicieux - accroît le risque d'apparition de zones mortes, etc.

2) La température moyenne des mers et plus encore des zones polaires affecte directement le zooplancton et les écosystèmes qui en dépendent ;

- les années plutôt froides, des « blooms » planctoniques explosent dans les eaux froides, et alimentent la chaîne alimentaire "normale". Le zooplancton est alors très abondant et très riche en lipides (grands [copépodes](#), krill), apportant une alimentation très énergétiques indispensables aux espèces qui doivent survivre aux hivers polaires ([ours](#), [morue arctique](#), [capelan](#), [phoque](#) et à de nombreux oiseaux ou aux [baleines](#) qui iront ensuite mettre bas dans des eaux chaudes, mais très pauvres en plancton.
- Au contraire quand les pôles se réchauffent, d'autres espèces de zooplancton remontent des mers plus chaudes, plus petites et plus nombreuses, mais bien moins riches en [lipides](#) ; Ces espèces conviennent au [maquereau](#), au [capelan](#) ou à la [morue atlantique](#), mais non aux espèces polaires qui déclinent (ours amaigris, colonies d'oiseau désertes..). Quelques espèces (ex : morue arctique) gagnent des zones plus froides mais ces dernières ne cessent de se réduire depuis quelques décennies. Ces modifications entraînent des changements écologiques structurels importants⁴.

Classification

Presque tous les embranchements ont des espèces planctoniques de façon permanente ([holoplancton](#)) ou des espèces ayant un seulement un stade planctonique ([méroplancton](#)).

Quelques exemples :

- [Spongiaires](#) : éponges d'eau douce
- [Cnidaires](#) : [Méduses](#)
- [Crustacés](#) : [Krill](#), [Copépode](#), Zoé de [Crabes](#), Zoé de [Crevette](#)
- [Mollusques](#): larve
- [Echinodermes](#) : larve pluteus
- [Vers](#) : ???

- [Cténaires](#) : Tout l'embranchement
- [Tuniciers](#) : [Salpes](#)
- [Vertébrés](#) : [Gamètes](#) puis [larves](#) de [Poissons](#)

Identification

Le **zooplancton** est facilement différenciable du [phytoplancton](#) par des formes plus complexes : présence de pattes, d'antennes.

Divers

- Certaines espèces de zooplancton contiennent des [pigments](#) qui peuvent colorer la chair de leurs prédateurs ([saumon rose](#), [flamand rose](#))

Voir aussi

- Le phytoplancton - Le zooplancton

Articles connexes

- [Océan](#),
- [Efflorescence algale](#)
- [Zone morte](#)
- [Bactérioplancton](#), [nanoplancton](#), [Picoplancton photosynthétique](#)
- [Pélagos](#) ([Pleiston](#), [Necton](#))
- [Pelagibacter ubiquus](#)
- [Réseau trophique](#)
- [Migration verticale](#)

Lien externe

- [Plancton du monde](#) : Découvrir le zooplancton à travers de nombreuses images et vidéos.

Notes et références

1. ↑ Davis C.C., 1955. *The marine and fresh-water plankton*. Michigan State Univ. Press, 562 p.
2. ↑ Jenkins, D.G. & Underwood, M.O. (1998) *Zooplankton may not disperse readily in wind, rain, or waterfowl*. *Hydrobiologia*, 387/388, 15-21.
3. ↑ DeMott W. R., Gulati R.D. & Van Donk E., 2001. *Daphnia food limitation in three hypereutrophic Dutch lakes: Evidence for exclusion of large-bodied species by interfering filaments of cyanobacteria*. *Limnol. Océanogr.*, 46: 2054-2060.

4. [↑ Communiqué \[archive\]](#) du CNRS relatif à une expédition qui vise à étudier le zooplancton arctique en automne

Source de l'article <http://fr.wikipedia.org/wiki/Zooplancton>

Traduction en français , définitions et compléments:

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.

Relecture et corrections: Christiane Hallard-Lauffenburger, professeur des écoles

Honoraire

Adresse: 585 19 chemin du Malpas 13940 Mollégès France

Courriel: jacques.hallard921 @ orange.fr

Fichier: ISIS Climat Océans [Shutting Down the Oceans: Acr I Acid Oceans](#) French version.3

allégée.
