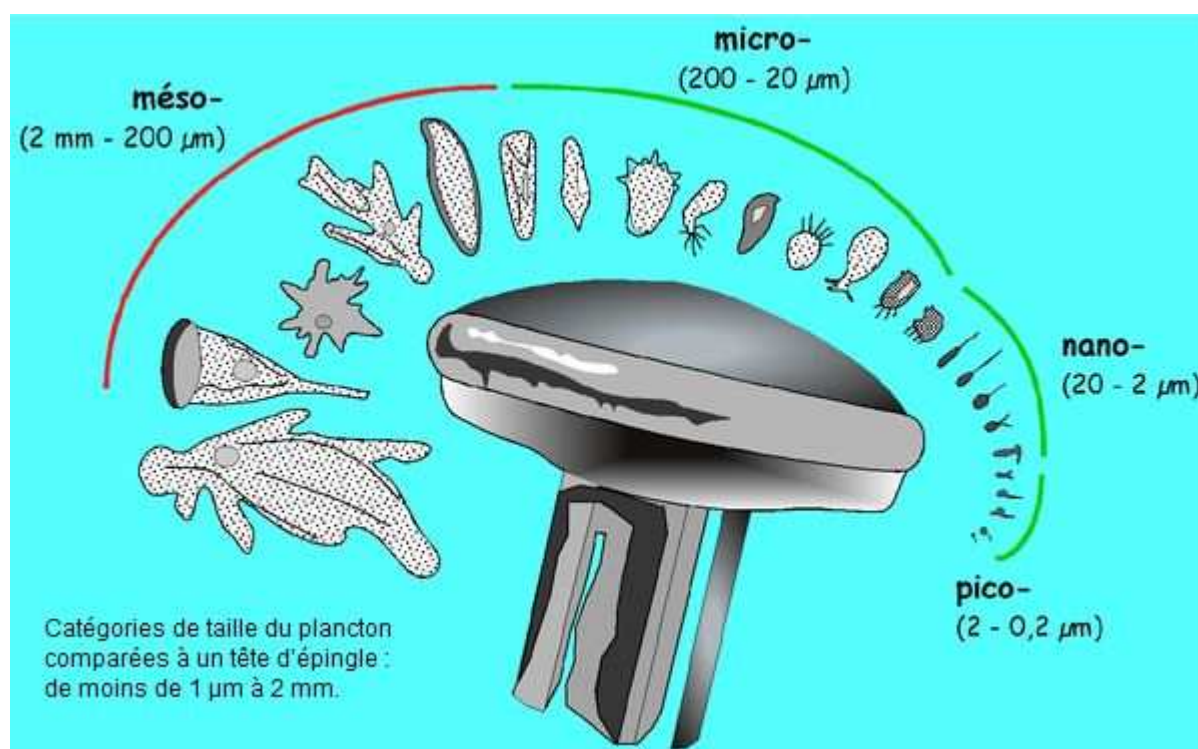


## FAQ - Océan

### Quel rôle joue le phytoplancton pour notre planète ? Le plancton Deus ex machina de la planète ?

Guy Jacques - novembre 2010.

« Ce qui est petit est beau mais n'est pas important » disait [Ernst Haeckel](#) (1834-1919) à la fin du XIXe siècle. Darwinien convaincu et remarquable dessinateur, il considérait le plancton comme « *enchanteur* » mais négligeable. **Ne serions nous pas en train de tomber dans l'excès inverse en faisant du plancton végétal le Deus ex machina de l'environnement ?**



Dans les années 1960, à l'orée de l'âge d'or de l'océanographie, les jeunes chercheurs sont incités à s'orienter vers l'étude du plancton végétal, ou [phytoplancton](#), base de la chaîne alimentaire, le terme [réseau trophique](#), qui souligne la complexité des relations au sein d'un écosystème, n'étant pas encore utilisé.

Augmenter la production de l'ensemble de cette chaîne en jouant sur son maillon de base pourrait permettre de contrebalancer l'effet de la surpêche avancé depuis un siècle. Nous ne reviendrons pas sur cet aspect classique.

Je n'ai pas souvenir que l'on m'ait alors enseigné **l'importance du plancton à l'échelle géologique** : formation de l'atmosphère terrestre « actuelle », fossile indicateur d'environnements passés et création de roches.

Revenons donc sur ces facettes dans cette FAQ que j'aurais pu intituler "Le plancton, la pluie et le beau temps" car le phytoplancton émet après sa mort, comme les algues [benthiques](#) et les récifs coralliens, des molécules soufrées (DiMéthylSulfure). Ce DMS, à l'origine de l'odeur caractéristique de l'air marin, est oxydé en quelques jours dans l'atmosphère en dioxyde de soufre, puis en sulfates qui constituent des noyaux de condensation pour la formation de nuages parfois générateurs de pluie.

### Cyanobactéries et atmosphère

Ce sont les **cyanobactéries photosynthétiques** , apparues il y a 3,8 milliards d'années dans l'océan primitif, qui débarrassent progressivement l'atmosphère de son excès de CO<sub>2</sub> et l'enrichissent en oxygène, la rendant « respirable » et permettant alors seulement à la vie de s'émanciper du milieu marin.

La température des océans passe de 70°C lors de l'apparition du phytoplancton à 20°C il y a 800 millions d'années. Cette température et la plus grande concentration en oxygène dissous offrent des conditions favorables à des êtres plus complexes que les bactéries ; la longue marche de l'évolution commence. Cet oxygène donne aussi naissance à l'ozone stratosphérique qui protège la vie terrestre du rayonnement ultraviolet.

## Plancton, stratigraphie et roches

C'est en creusant un canal dans une ancienne mine à High Littleton que le géologue anglais William Smith (1769-1839) réalise que chaque couche sédimentaire peut être identifiée par les fossiles qu'elle contient. Parmi ces fossiles qui permettent de préciser l'environnement au moment de leur naissance, on rencontre des formes planctoniques de coccolithophoridés, de diatomées et de dinoflagellés (phytoplancton), mais surtout des **foraminifères** (zooplancton), l'outil roi en paléontologie.

Un grand pas dans l'étude des paléoclimats est franchi en 1955 par l'Américain Cesare Emiliani grâce aux squelettes carbonatés de **foraminifères** des sédiments marins. Les isotopes de l'oxygène de ces composés sont à l'origine de la connaissance des glaciations quaternaires. Quand les glaces s'accumulent sur les continents, la proportion de l'isotope lourd de l'oxygène, O<sub>18</sub>, augmente dans les coquilles d'organismes planctoniques car ces glaces se forment à partir des précipitations elles-mêmes issues de la vapeur d'eau plus riche en O<sub>16</sub> qui, plus léger, s'évapore plus facilement. Inversement, lorsque les glaces fondent, cette proportion diminue.

Les squelettes planctoniques ne constituent pas seulement d'étonnantes archives. Elles peuvent former l'essentiel de roches sédimentaires carbonatées et siliceuses, ce que rappelait Deflandre dans *La vie créatrice de roches* (1961). Citons la craie due à la précipitation en milieu marin par des coccolithophoridés microscopiques (5 à 35 µm) de carbonate de calcium utilisé pour construire leurs structures dures. Dissociées à leur mort, les plaques calcaires de leur squelette, ou coccolithes, s'accumulent pour constituer la composante majeure, voire unique de la craie dans certains sites comme les falaises bordant la Manche, ou bien encore le Désert blanc en Égypte.

Parmi les roches biogènes siliceuses, indiquons les diatomites, issues de la sédimentation des squelettes en oxyde de silicium des diatomées. La plupart des diatomites exploitées sont d'origine lacustre.

Au royaume du silicium, nous pouvons également nous intéresser au plancton animal, ou zooplancton, notamment aux radiolaires, protistes marins diversifiés qui occupent une place secondaire dans la production planctonique mais qui sont à l'origine d'une roche, la radiolarite fréquente dans les aires d'upwelling et sur des fonds importants du Pacifique et de l'Indien.

## Plancton et pétrole

Le pétrole constitue l'exemple unique d'une roche biogène issue de la partie organique du phytoplancton et non de son squelette. Même si une part infime du carbone organique élaboré dans les eaux superficielles par le phytoplancton arrive au fond des océans, il s'agit de la condition nécessaire à l'élaboration du pétrole. Mais elle est loin d'être suffisante et la probabilité d'apparition d'une nappe de pétrole exploitable est infime tant le chemin est long entre la formation initiale à la surface du sédiment, sous l'action bactérienne, du kérogène et l'obtention de l'hydrocarbure le plus simple, le méthane une centaine de millions d'années plus tard. Pour l'ensemble du globe, les gîtes exploités sont surtout développés dans des terrains tertiaires et, en moindre quantité, dans les terrains secondaires, notamment au crétacé.

**Avide de carburants, l'homme est prêt à condenser cette histoire en extrayant directement des lipides de cultures intensives de phytoplancton pour élaborer du biodiesel**, cette voie nécessitant infiniment moins d'espace que l'élaboration de biocarburants à partir de plantes. La devise de cette approche pourrait être : pourquoi attendre des millions d'années pour faire du pétrole alors qu'avec le phytoplancton, on peut le faire en quinze jours ?

## La « pompe » planctonique à CO<sub>2</sub>

Sans l'océan, la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère serait de 435 et non de 380 ppmv même si ce réservoir océanique commence à saturer. Si une partie du CO<sub>2</sub> atmosphérique se dissout dans les eaux de surface, une autre partie est utilisée par le phytoplancton pour l'élaboration photosynthétique de sa matière organique. Quelques pourcents de cette production primaire sont exportés vers l'océan profond, cette fraction étant soustraite pour des millénaires à un éventuel retour vers l'atmosphère. Cette « pompe biologique » soustrait à l'atmosphère une quantité de CO<sub>2</sub> du même ordre de grandeur que la « pompe thermodynamique », l'océan lui-même emmagasinant une quantité équivalente à la biosphère terrestre. **La tentation est grande pour quelques apprentis sorciers de rehausser l'efficacité de cette pompe en injectant du fer dans les aires océaniques où cet élément limite la photosynthèse, singeant ainsi ce qui semble se produire en période glaciaire.**

## Plancton et cyclones

« Chauffé par le haut », l'océan est stratifié sauf durant hiver aux hautes latitudes. Cette situation défavorise à la croissance du phytoplancton qui élabore sa matière organique à partir des éléments minéraux qui abondent – en dehors d'aires côtières fertilisées par les apports continentaux – dans les eaux profondes. En milieu tropical, les alizés et la circulation océanique génèrent des remontées permanentes près des côtes (upwellings) à l'ouest des océans et le long de l'équateur (divergences). Mais, épisodiquement, cet océan peut être fertilisé à la suite d'un cyclone majeur dont l'énergie cinétique assure un brassage des eaux superficielles suffisant brisant la barrière de densité que constitue la thermocline. Le titre du site de la Nasa le 19 juillet 2004 Hurricanes help ocean deserts to bloom est évocateur de ce phénomène qui se reproduit après chaque ouragan majeur, tels Isabel en septembre 2003 ou Katrina en août 2005. Mais rien ne laissait prévoir que la concentration en phytoplancton pourrait piloter l'activité cyclonique. C'est pourtant ce qu'avancent Gnanadesikan et al. dans How ocean color can steer Pacific tropical cyclones. Tout tiendrait à ce que les eaux oligotrophes, donc très transparentes, laissent pénétrer plus profondément le rayonnement solaire, d'où un moindre réchauffement de la couche superficielle : et vice-versa pour des eaux riches en phytoplancton. Or, nous savons qu'une des conditions de formation d'un cyclone est la présence d'une eau d'au moins 26 °C sur cinquante mètres de profondeur minimum. Se basant sur un modèle climatique, ces auteurs estiment que la pauvreté en phytoplancton des eaux réduirait leur température et donc la fréquence des cyclones de 15 % par an. De plus, les ouragans suivraient un trajet moins septentrional qu'auparavant et leur activité serait réduite de deux tiers dans le Pacifique subtropical nord-ouest. Pourtant, les observations régulières par satellite depuis 1970 n'ont pas une durée suffisamment longue pour confirmer ce modèle à l'échelle de plusieurs décennies.

## Plancton et conchyliculture

Probablement en tête des noms de genre en latin les plus connus des médias figure le fameux Dinophysis, dinoflagellé dont la présence massive entraîne l'interdiction de la commercialisation des huîtres. L'Antiquité connaissait déjà ces « eaux rouges », encore appelées « eaux décolorées » ou « eaux colorées » caractérisant que l'eau de mer dès qu'elle prend une autre coloration que ses habituelles teintes bleue ou verte. Il s'agit de l'apparition rapide mais fugace de concentrations importantes généralement d'un taxon unique par prolifération mais également par concentration due au vent et/ou aux courants marins ; ce développement massif traduit un déséquilibre de l'écosystème dû à une température élevée, à des eaux calmes, à la présence de matières organiques. Ces eaux rouges perturbent de deux manières les écosystèmes. Parfois, les espèces impliquées, généralement des dinoflagellés, secrètent des toxines à effet paralytique, amnésique, neurotoxique, ou diarrhéique pour l'homme quand il consomme les filtreurs (moules et huîtres) qui les ont ingérées. Le plus souvent, la dégradation de la matière organique ainsi produite en excès consomme l'oxygène de l'eau, cette anoxie nuisant à l'ensemble de l'écosystème.

Parfois scientifiques et médias attribuent au phytoplancton des événements où sa « responsabilité » est très indirecte. Il en va ainsi pour les pics de choléra reliés depuis longtemps à des variations climatiques. Il s'agit en fait d'une liaison indirecte par le biais du plancton, des crustacés copépodes hébergeant la bactérie *Vibrio cholerae*. Les médias, y compris ceux des organismes de recherche, titrent plutôt « du phytoplancton au choléra » car les floraisons du plancton végétal, qui précèdent les proliférations de zooplancton, sont aisément repérables depuis l'espace.

## Conclusion

Dans cette note, nous n'avons pas recherché l'exhaustivité ; il y a bien d'autres domaines où l'on aurait pu évoquer la place tenue par le plancton océanique ou lacustre. Le choix du titre Le plancton Deus ex machina de la planète ? (nous aurions sans doute pu substituer phytoplancton à plancton) souligne que si l'effet de mode affecte les médias, il n'épargne pas non plus les revues scientifiques. N'est-ce pas la revue Nature qui dans son numéro du 29 juillet 2010 publie l'article de DG Boyce, MR Lewis et B. Worm Global phytoplankton decline over the past century ? Le titre du magazine du web, Slate, donne une bonne idée du traitement de cette information par les médias :

**Le déclin du plancton menace d'espèce humaine. Cette affirmation est ainsi précisée : « C'est le premier maillon de la chaîne alimentaire. Sans lui, la diversité des espèces marine ne serait pas ce qu'elle est, et... nous non plus, puisqu'il produit la moitié de l'oxygène que nous respirons. Et pourtant le plancton végétal, composé d'organismes microscopiques, est en train de disparaître dans les océans. D'après une étude menée par une équipe de chercheurs internationaux, depuis 1899 la masse de phytoplancton a en moyenne baissée au rythme de 1% par an. »**