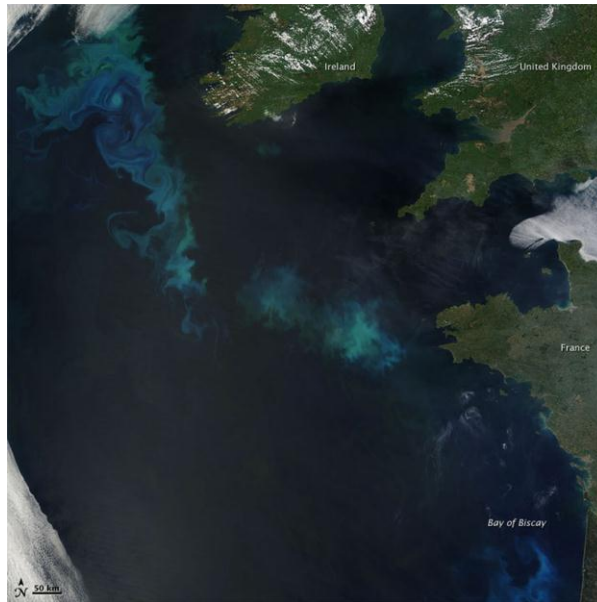




Le phytoplancton tend à disparaître

En compilant l'ensemble des données accessibles depuis 1899, des chercheurs canadiens ont observé que la quantité de phytoplancton présent dans les eaux océaniques de la planète diminuait avec le temps. Cette disparition aurait pour principale cause l'augmentation de la température des eaux océaniques de surface et la stratification des océans.



Floraison de phytoplancton observée depuis l'espace par le spectromètre Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sur le installé sur le satellite Terra de la NASA le 22 mai 2010 (crédit : [NASA](#)/Jeff Schmaltz 2010).

Le phytoplancton joue un rôle important sur la planète puisqu'il représente environ la moitié de la production de matière organique sur Terre, la production dite « primaire ». Le phytoplancton, en fabricant de la biomasse à partir du dioxyde de carbone (CO_2), affecte directement l'abondance et la diversité des espèces marines, influence le fonctionnement des écosystèmes marins, limite les rendements de la pêche commerciale et participe aux processus climatiques et aux cycles biogéochimiques, notamment le cycle du carbone.

Connaître l'abondance du phytoplancton est donc crucial à bien des égards. Étant une plante microscopique, on détermine la biomasse

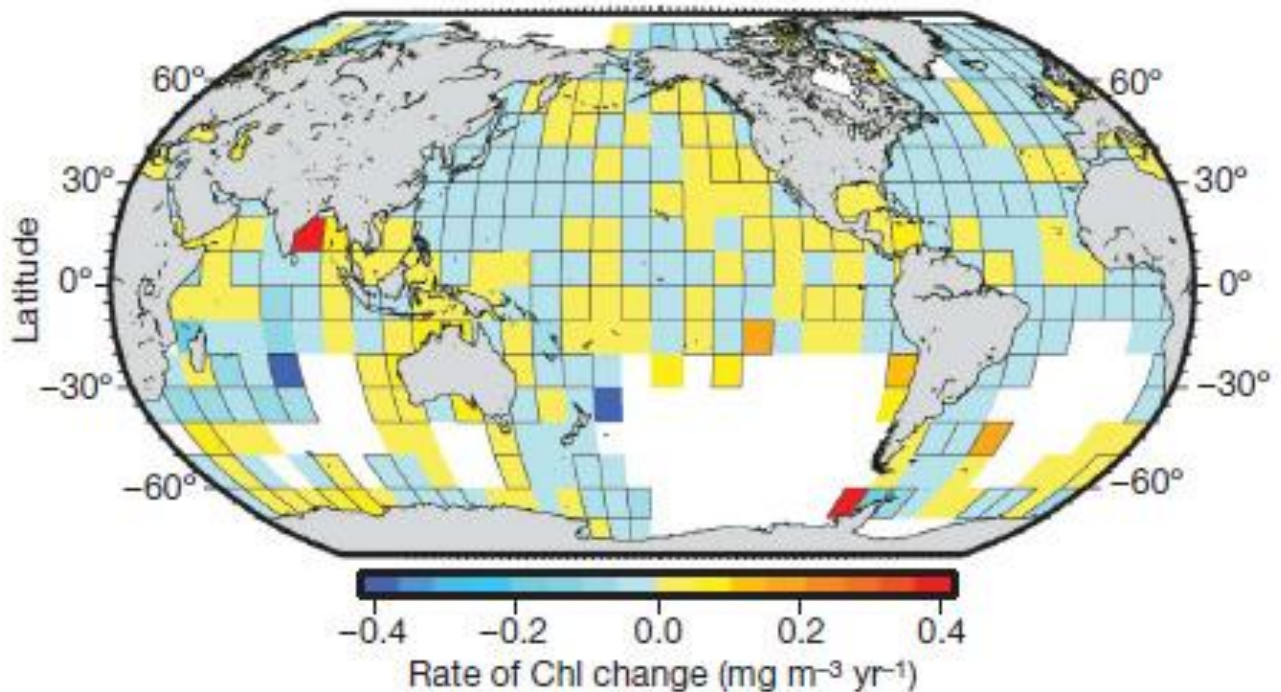
constituée par le phytoplancton à partir de la mesure de la concentration de chlorophylle dans l'eau. Les premières mesures ont été réalisées dès le début du siècle par spectroscopie UV-visible ou par spectroscopie de fluorescence sur des échantillons d'eau filtrée. Aujourd'hui les mesures sont réalisées *in situ* ou encore par satellite.

Daniel Boyce, Marlon Lewis et Boris Worm de l'Université de Dalhousie en Nouvelle-Écosse, ont compilé l'ensemble des données du siècle dernier, et ont examiné la variation temporelle de la concentration de chlorophylle à l'échelle locale, régionale et globale.

Des mesures qui montrent que le phytoplancton disparaît progressivement

La figure ci-dessous montre la variation de la concentration de chlorophylle sur une carte de la planète dans des cellules de $10^{\circ} \times 10^{\circ}$. Les cellules bleues connaissent une diminution et les cellules jaunes une augmentation. Globalement, les

mesures montrent un déclin du phytoplancton dans 60% des cellules. Comme on peut le voir, les latitudes élevées sont plus sujettes à la baisse. Les cellules montrant un accroissement de phytoplancton se situent principalement dans l'est de l'Océan Pacifique et dans le nord et l'est de l'Océan Indien.



Taux de variation de la concentration moyenne de chlorophylle pour des cellules de $10^{\circ} \times 10^{\circ}$. Les cellules bleues connaissent une diminution, les cellules jaunes une augmentation, tandis que les cellules blanches représentent des zones pour lesquelles les données sont insuffisantes pour donner une valeur sûre. (Source : Boyce et coll. *Nature* **466** (2010) 591).

Les mesures montrent également que la décroissance est plus forte à mesure que l'on s'éloigne des côtes, ce qui est en accord avec d'autres études. Ce phénomène semble relié à une stratification verticale accentuée ([voir l'article sur les variables qui affectent le phytoplancton](#)) en haute mer et au réchauffement des océans.

Pour l'étude à l'échelle régionale, les auteurs ont découpé l'ensemble des mers et océans en 10

régions distinctes (figure ci-dessous). Les résultats montrent que 8 des 10 régions étudiées sont le siège d'une diminution de la concentration de phytoplancton. Les résultats ont des tendances similaires quand on considère l'ensemble des données depuis 1899 ou seulement celles recueillies depuis 1950, quoique la diminution soit plus rapide après 1950.

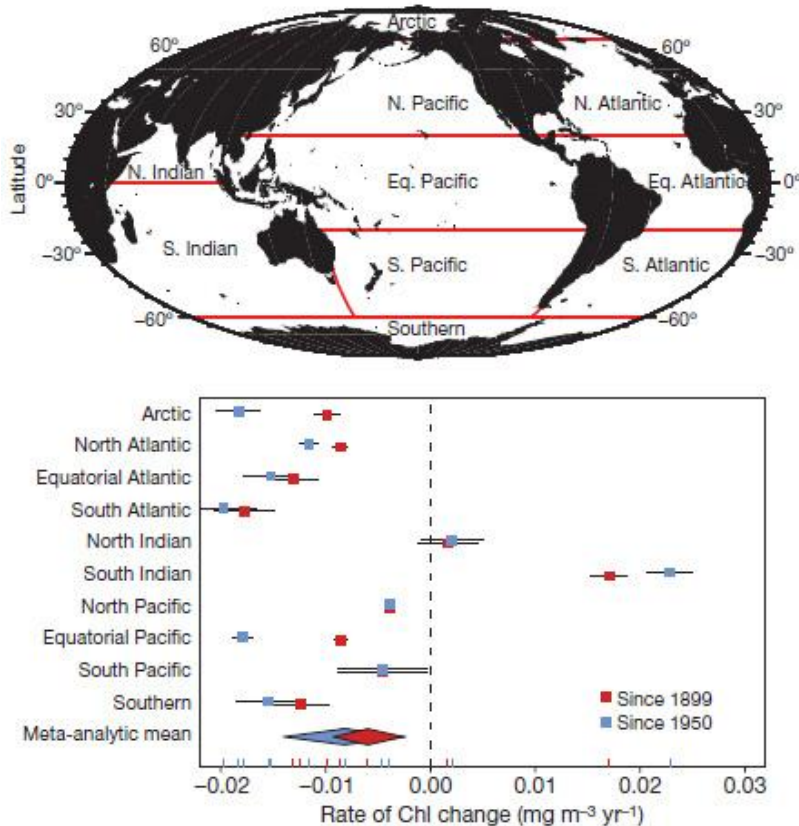
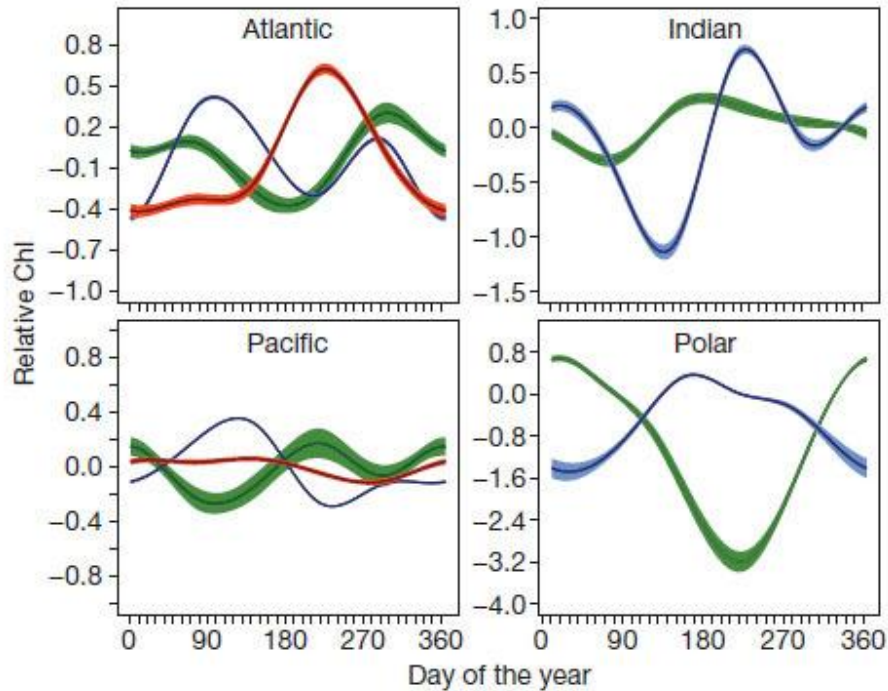


Image du haut : découpage des océans tel que l'on a réalisé les auteurs pour évaluer les tendances à l'échelle régionale (10 régions). **Image du bas** : vitesse de variation de la concentration de phytoplancton. Les points rouges correspondent aux valeurs considérant toutes les données, les points bleus en considérant les données depuis 1950 seulement. Les barres représentent la limite où confiance dans les données est de 95%. (Source : Boyce et coll. *Nature* **466** (2010) 591).

Le déclin le plus rapide a lieu dans l'Atlantique sud, au pôle sud et dans l'Atlantique équatorial. Des augmentations sont observées dans le nord et le sud de l'Océan Indien. En moyenne, sur l'ensemble des mers et océans, la baisse est annuellement de $0,006 \pm 0,00017 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, soit une baisse annuelle de plus de 1% de la concentration moyenne de phytoplancton (estimée à $0,56 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$).

Les effets à court terme

Des variations saisonnières se superposent à ces tendances à long terme. C'est une des forces de cette étude que de reproduire les variations de la concentration de plancton connues, par exemple les faibles fluctuations à l'équateur et les fortes fluctuations en Arctique (figure ci-dessous) au cours de l'année. Les premières sont dues à la constance de l'irradiance solaire tandis que les dernières reflètent les grandes variations d'irradiance du soleil et du couvert glaciaire.



Variations relative de la concentration de chlorophylle au cours de l'année. Les courbes bleues représentent les mesures réalisées au nord, celles en vert représentent les variations équatoriales et celle en rouge les mesures réalisées au sud. (Source : Boyce et coll. *Nature* **466** (2010) 591).

Les fortes variations saisonnières observées dans l'Océan Indien sont, elles, reliées à la dynamique des moussons et à l'apport d'eau douce et de nutriments. Les régions tempérées sont affectées par les variations saisonnières de l'ensoleillement et des vents et par leurs effets sur l'apport de nutriments aux eaux océaniques de surface.

Aux variations à long terme et aux variations saisonnières se superposent des variations interannuelles et décennales. Elles s'expliquent principalement par les effets de phénomènes climatiques plus ou moins réguliers tels qu'[El Nino](#) (oscillation australe) et des phénomènes analogues, tels que l'oscillation Atlantique-Nord, l'oscillation arctique et l'oscillation antarctique.

De telles relations entre les phénomènes climatiques et l'abondance de phytoplancton ont déjà été relevées. Elles s'expliquent principalement par les variations de la température de la surface de la mer (TSM), la stratification des couches océaniques et la profondeur de la couche d'eau

mélangée (CEM ([voir l'article sur les variables qui affectent phytoplancton](#))).

Les causes de cette disparition mondiale

L'abondance du phytoplancton dépend en effet de deux principaux facteurs : l'accès à la lumière et la disponibilité de nutriments. La lumière est seulement accessible près de la surface des océans, c'est pourquoi c'est là que l'on retrouve le phytoplancton. L'intensité de la lumière reçue et la durée d'ensoleillement dépend de la latitude et de l'enneigement.

Les nutriments eux, proviennent principalement des fonds marins et de la décomposition de la matière organique. L'eau de mer ayant tendance à être stratifiée (les couches d'eau les plus chaudes ont tendance à se placer en surface et les couches les plus froides plus en profondeur), les nutriments sont transférés à la surface par la circulation océanique, notamment par les remontées d'eau.

Les nutriments sont également mieux répartis aux abords de la surface. La couche d'eau de surface,

dite « couche d'eau mélangée » (CEM), est en effet plus homogène sous l'agitation des vents de basse altitude. La profondeur de cette couche influence l'abondance de phytoplancton, car si elle s'amincit, elle limite l'approvisionnement du phytoplancton en nutriments.

De même une température plus élevée va accentuer l'écart entre la température de surface et les profondeurs, ce qui va accentuer la stratification des océans et donc restreindre le transfert des nutriments vers la surface. Le résultat est une

réduction de la quantité de nourriture pour le phytoplancton et, par suite, une abondance moindre.

Les auteurs de l'étude ont évalué l'impact de la TSM, de la profondeur de la CEM et la vitesse des vents à 10 m d'altitude sur le phytoplancton. Les résultats montrent que la température est le facteur qui a le plus d'effet sur l'abondance du phytoplancton, puis vient la profondeur de la CEM. L'effet de la température est décrit sur la figure ci-dessous :

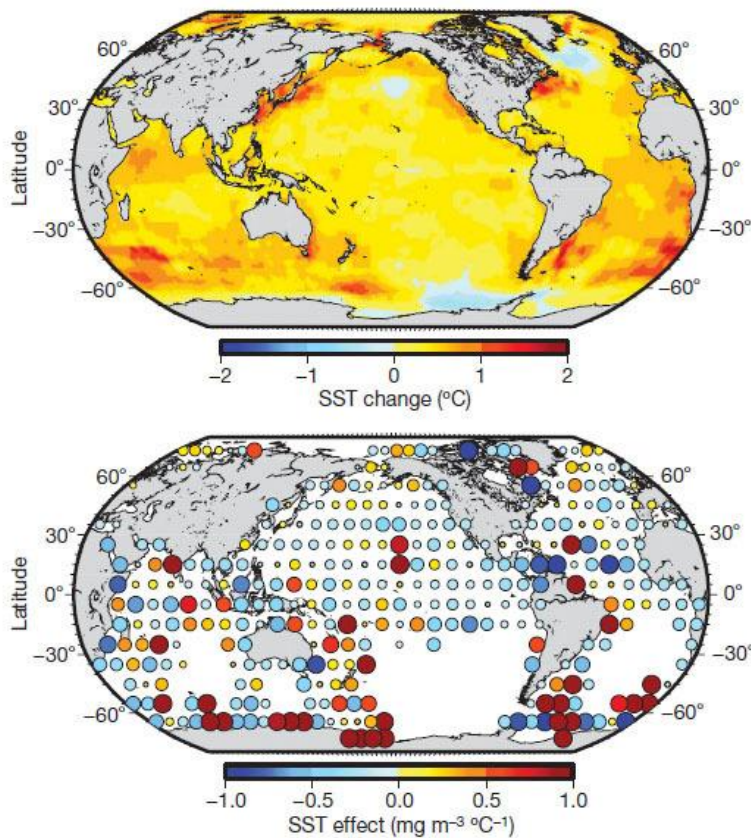


Image du haut : différence de température de la surface de la mer (TSM) entre 1899 et 2009 à une résolution de 1°. Image du bas : carte mondiale du changement de la concentration de chlorophylle avec la température pour des cellules de 10°. (Source : Boyce et coll. *Nature* **466** (2010) 591).

La variation avec la température est négative dans 76% des cellules de la carte ci-dessus. Elle l'est aussi dans 8 des 10 régions océaniques investiguées. La variation va de -0.21 à -0.019 mg.m⁻³.°C⁻¹. La variation est positive dans l'Arctique (+0.067 mg.m⁻³.°C⁻¹) et dans les régions australes (+0.002 mg.m⁻³.°C⁻¹).

Il semble donc que le phytoplancton a tendance à disparaître à cause de l'augmentation de la TSM, qui a augmenté du fait du réchauffement planétaire résultant du forçage radiatif imposé par les gaz à effet de serre. Il est à noter que les océans absorbent plus de 80% de la chaleur générée en supplément par les activités humaines ([voir l'article](#)

[sur l'évaluation de la quantité de chaleur absorbée par les océans](#)).

Les processus en jeu qui expliquent ce lien en la TSM et la disparition du phytoplancton sont les mêmes que pour les variations annuelles ou décennales du phytoplancton et semblent impliquer la diminution de l'apport en nutriments à cause d'une stratification accentuée de l'eau océanique et une diminution de la profondeur de la couche d'eau mélangée.

Sources :

Daniel G. Boyce, Marlon R. Lewis & Boris Worm, Global phytoplankton decline over the past century *Nature* **466** (2010) 591-596 (doi:10.1038/nature09268).

[Lire le résumé de l'article >>](#)