

Poumon vert et poumon bleu dans l'air du temps

Les forêts sont qualifiées de poumon vert de notre planète. Leur rôle est en réalité bien inférieur à celui des océans, trop méconnu. En effet, ce précieux poumon bleu produit plus de 50 % du dioxygène présent dans l'air que nous respirons. Il pompe en outre efficacement le carbone.

« C'est du poumon que vous êtes malade... le poumon, le poumon, vous dis-je » [1]. Aujourd'hui, le malade n'est plus imaginaire ; c'est bel et bien notre planète qui souffre. Mais quel est donc le poumon qu'on lui attribue, et qui mérite des soins attentionnés ? Le poumon vert, direz-vous, les grandes forêts, surtout la forêt amazonienne. D'où vient une telle idée ? Est-elle justifiée ? Le poumon de notre planète n'est-il pas plutôt bleu ? (figure 1).

Poumon et photosynthèse : quelles analogies ?

Un poumon, les forêts ? Voilà une métaphore frappante qui s'est imposée dans notre langage. Pourtant, avec un peu de réflexion, une contradiction flagrante apparaît.

Dans le règne animal, le poumon est le siège d'échanges gazeux avec l'atmosphère. Il en prélève le dioxygène (O_2) et il libère le dioxyde de carbone (CO_2) produit par la respiration cellulaire [2]. En revanche, les végétaux sont connus pour être le siège de la *photosynthèse oxygénique* [3] qui, en présence d'eau et grâce à l'énergie solaire, consomme le dioxyde de carbone atmosphérique, libère du dioxygène et produit les

glucides nécessaires au métabolisme et à la croissance (figure 2).

Les échanges gazeux avec l'atmosphère sont donc opposés lors de la fonction pulmonaire et lors de la photosynthèse. Cette antinomie, souvent pointée du doigt, a conduit à remettre en question la qualification de « poumon » attribuée aux forêts, et plus généralement aux organismes photosynthétiques.

Doit-on alors bannir cette image du « poumon » ? Non, car en regardant de plus près, elle s'avère justifiée par le rôle de la fonction pulmonaire dans la préservation de la vie. Le poumon est à l'interface entre l'atmosphère et le sang chez les vertébrés (et chez quelques mollusques). Il distribue dans l'organisme le dioxygène inspiré car il est nécessaire à la respiration au sein des cellules (figure 2), et il extrait du sang le dioxyde de carbone produit par cette respiration. Ainsi, le poumon épure le sang du CO_2 , tout comme la photosynthèse épure l'air – que nous respirons – de ce gaz qui n'entretient pas la vie. En outre, la photosynthèse enrichit l'air en O_2 , comme le poumon en pourvoit le flux sanguin.

C'est pourquoi l'image du « poumon » a subsisté, car cet organe est associé, dans notre ressenti, à la vie et à son maintien,

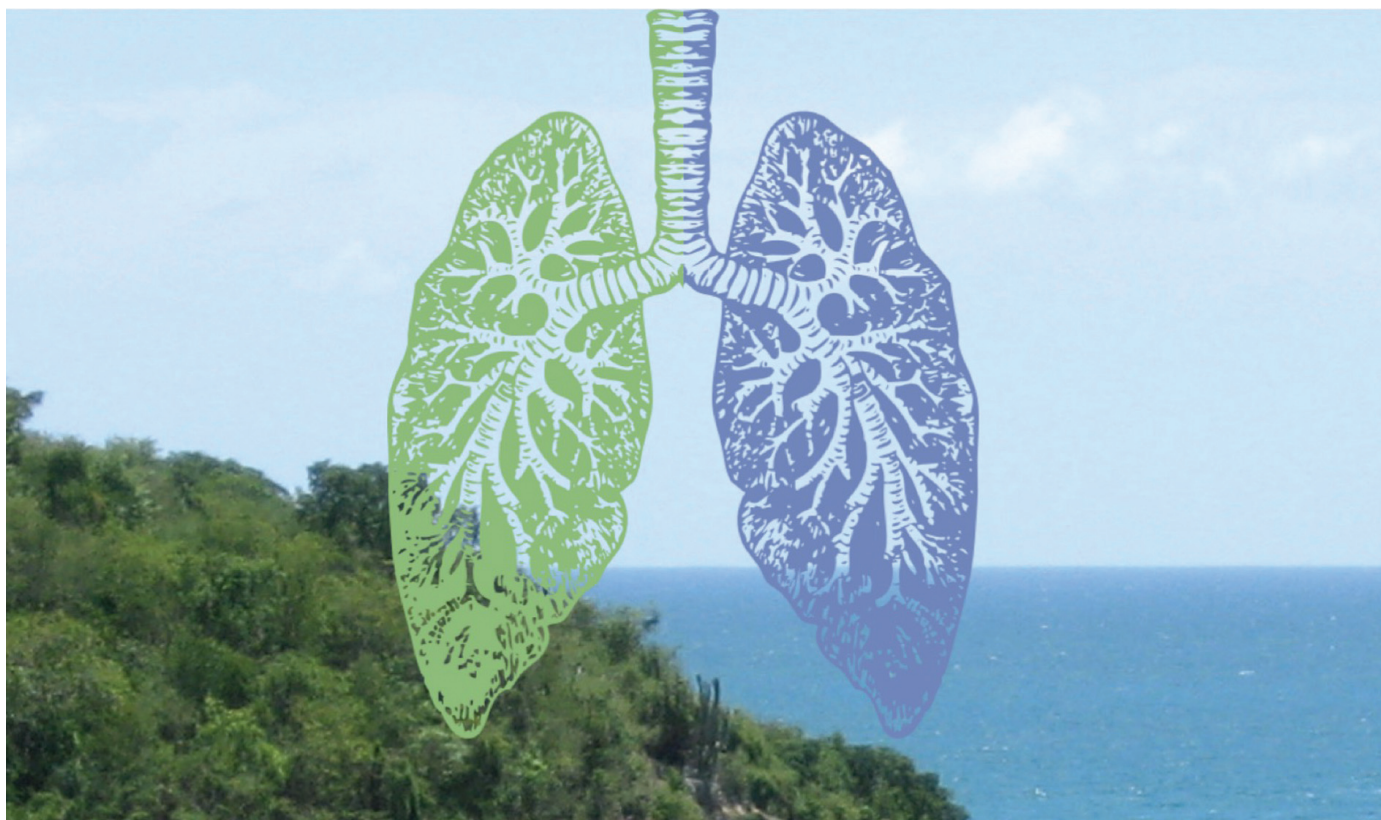


Figure 1 - Illustration symbolique des poumons vert et bleu que constituent respectivement les forêts et les océans.

Illustration réalisée par Bernard Valeur à partir d'une photo personnelle et d'un schéma du poumon modifié pour faire apparaître les couleurs verte et bleue. Crédit schéma : Rojal/pngall.com (www.pngall.com/lungs-png), licence CC 4.0 BY-NC.

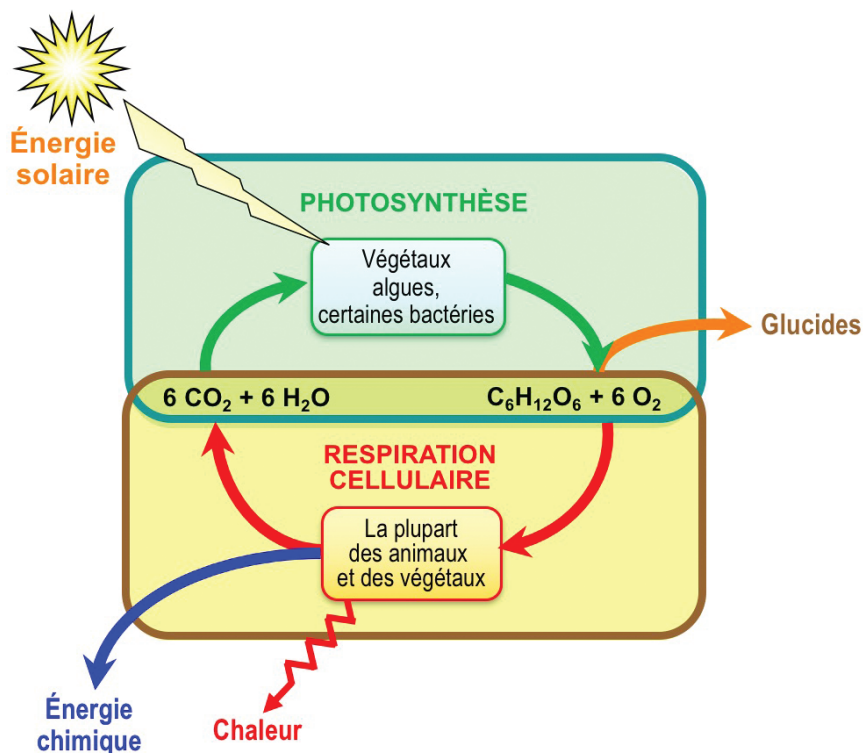


Figure 2 - La photosynthèse et la respiration cellulaire sont des processus dont les bilans sont opposés. Pour permettre la respiration cellulaire, le poumon est l'organe qui fournit le dioxygène (O₂) et élimine le dioxyde de carbone (CO₂) produit chez les vertébrés et quelques mollusques. © Bernard Valeur.

de même que les forêts sont perçues comme indispensables à la préservation de la vie sur la planète.

La photosynthèse dans le contexte climatique

Le réchauffement climatique est lié en grande partie à l'enrichissement de notre atmosphère en CO₂, gaz à effet de serre. Ce dernier provient majoritairement de la combustion des hydrocarbures fossiles enfouis depuis des centaines de millions d'années dans l'écorce terrestre, non renouvelables à l'échelle de temps humaine. Le rythme de cette consommation est tel que l'humanité brûle chaque année la quantité de carbone piégée dans les dépôts pétroliers pendant environ un million d'années !

Pour échapper à cette spirale inquiétante, il convient, outre la modification de nos modes de vie, de favoriser tous les phénomènes naturels susceptibles de capter le CO₂ atmosphérique et d'en séquestrer le carbone pour qu'il ne soit pas à nouveau injecté dans l'atmosphère.

La photosynthèse paraît ainsi essentielle puisqu'elle consomme du CO₂. Elle est accomplie par les végétaux comme déjà mentionné, mais également par les algues, certaines bactéries et d'autres microorganismes. Examinons son rôle effectif en commençant par les végétaux.

Le poumon vert n'est pas la panacée

De nombreux discours considèrent les forêts comme un recours inconditionnel en vantant les prouesses de la photosynthèse que les arbres accomplissent, mais en omettant le plus souvent de souligner l'importance d'un phénomène concomitant : la respiration. En effet, **les arbres et autres végétaux respirent comme tout le monde !** C'est la respiration qui leur fournit, comme à nous, leur énergie vitale, en consommant leur matière organique et libérant du CO₂ (figure 2). Le jour, photosynthèse et respiration ont lieu en

même temps, mais la photosynthèse produit beaucoup plus de O₂ que la respiration n'en consomme. La nuit, la photosynthèse ne peut s'accomplir, et seule la respiration a lieu.

Globalement, ce n'est qu'en période de croissance que les végétaux séquestrent du carbone, celui qui est nécessaire à leur constitution. En revanche, un végétal adulte n'accumule plus de carbone. Dans une forêt vierge (non exploitée pour son bois), il naît autant d'arbres qu'il en meurt et, sur une année entière (durées totales de lumière et d'obscurité égales), le bilan carbone est nul. **Les forêts en équilibre ne sont donc pas globalement un puits (ou réservoir) de carbone comme on l'entend si souvent répéter. De plus, elles consomment autant d'oxygène qu'elles en produisent.**

Le poumon bleu, pourvoyeur d'oxygène et pompe à carbone

La prise de conscience du rôle de l'océan dans l'oxygénation de l'atmosphère et dans le stockage du dioxyde de carbone a conduit à transposer la dénomination de poumon, qualifié cette fois de bleu. Comment ce « poumon bleu » joue-t-il son rôle ?

L'océan contient de très nombreux organismes photosynthétiques, tant près des côtes (herbiers, mangroves, etc.) qu'en pleine mer, où le phytoplancton (microalgues, cyanobactéries, etc.) est un acteur majeur. Ce dernier, constitué d'êtres microscopiques, dérive au gré des courants dans les cent premiers mètres de profondeur où pénètre la lumière. Sa photosynthèse, à partir du CO₂ dissous dans l'eau, produit plus de 50 % du dioxygène présent dans l'air que nous respirons.

La matière organique du phytoplancton formée par photosynthèse est la base des chaînes alimentaires de l'océan ; véritable pâture marine, elle est en effet consommée par le zooplancton et par certaines bactéries, qui à leur tour alimentent de plus grands organismes. Une partie de la matière organique produite quitte la surface et descend sous forme de particules

diverses, pelotes fécales, cellules mortes, détritus, etc. Ce phénomène porte le nom de *pompe biologique* du carbone. La fraction du carbone qui atteint le fond des océans où il sera séquestré pour de très longues durées représente 3 % du carbone produit par la photosynthèse du phytoplancton.

En parallèle, se produit une *pompe physique* par laquelle le CO_2 dissous dans l'eau plonge en profondeur [4]. Certains organismes l'utilisent pour constituer leurs squelettes ou leurs coquilles calcaires (carbonate de calcium, CaCO_3). L'accumulation de leurs débris sur les fonds marins est une autre voie de séquestration du carbone.

L'importance du stockage de carbone par la totalité de l'océan, où la pompe physique joue un rôle prépondérant, est telle qu'il contient cinquante fois plus de carbone que l'atmosphère. Depuis 1870, il a absorbé 150 milliards de tonnes de carbone, ce qui représente 30 % des émissions anthropiques sur cette période. **L'océan, qui est une pompe à carbone et un puits de carbone, est ainsi un précieux régulateur du climat.**

En conclusion, prenons soin de nos poumons !

Bien qu'ayant finalement un rôle limité en tant que poumon vert, les forêts doivent néanmoins être protégées au maximum. En effet, si la déforestation a peu d'incidence sur les bilans de dioxygène et de carbone, elle a en revanche des conséquences véritablement néfastes sur la biodiversité, le climat, le sol, etc. [5].

Quant aux océans (71 % de la surface de notre planète), ce sont d'importants pourvoyeurs de dioxygène et d'efficaces pompes à carbone. Ils méritent sans conteste leur nom de poumon bleu. Leur avenir en tant que puits de carbone est difficile à prévoir, dans le contexte évolutif où la dissolution accrue de CO_2 diminue un peu la basicité de l'eau dont, par ailleurs, la température moyenne croît à cause du réchauffement climatique. La société doit prendre conscience que la préservation de leurs écosystèmes est une priorité.

Prenons donc soin des poumons vert et bleu de notre planète ! Leur santé conditionne celle de l'humanité.

Cet article a pour origine un billet du blog de Bernard Valeur, « Questions de couleurs », hébergé par le site Scilogs de la revue Pour la Science (www.scilogs.fr/questions-de-couleurs).

Notes et références

[1] Tel est le diagnostic que Molière fait porter sur la supposée maladie d'Argan par sa servante Toinette (costumée en médecin) dans *Le malade imaginaire*, Acte III, scène 10.

[2] Il convient d'attribuer au mot respiration le sens qu'il a en biologie (voir figure 2), et non la signification commune d'inspiration et expiration.

[3] La photosynthèse oxygénique est la forme la plus connue de photosynthèse au cours de laquelle la synthèse de matière organique sous l'influence de la lumière s'accompagne d'une libération de dioxygène ; voir : B. Valeur, E. Bardez, *La lumière et la vie - Une subtile alchimie*, Belin, 2015.

[4] Bopp L. et al., L'océan, pompe à carbone, 2015, www.ocean-climate.org/wp-content/uploads/2015/03/FichesScientifiques-ocean-pompe-carbone.pdf

[5] La déforestation au profit de cultures industrielles de soja ou de palmier à huile fait disparaître des habitats favorables à la faune et la flore ; elle appauvrit donc la biodiversité. De plus, des sécheresses sont à craindre car les arbres ne sont plus là pour rejeter de la vapeur d'eau et ainsi favoriser les pluies par augmentation de l'humidité de l'air. En outre, les sols ne retenant plus l'eau, il y a des risques d'inondations lors de fortes pluies. Sans compter les problèmes sociaux et culturels que la déforestation entraîne.

Élisabeth BARDEZ,
professeure honoraire des universités.

Bernard VALEUR,
professeur honoraire du Conservatoire national des arts et métiers.

*Courriels : elisabeth.bardez0125@orange.fr ;
valeur.bernard@orange.fr

Suivez les actus de la SCF, du RJ-SCF et de la Chimie



Facebook Société Chimique de France



Twitter @reseauSCF



Facebook Réseau des Jeunes Chimistes-SCF



Twitter @RJ_SCF