



# L'air que nous respirons

Brumes matinales sur le bocage normand, France

## Les êtres vivants et le dioxygène

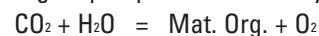
Le dioxygène est une molécule essentielle de l'environnement. Elle représente près de 21 % des molécules de la basse atmosphère et est également présente sous forme dissoute dans les eaux de surface où la vie abonde également. Il y a environ 1 million de gigatonnes (= milliards de tonnes) de dioxygène dans l'atmosphère.

## L'équilibre de la biomasse et du dioxygène

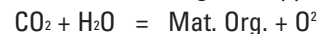
Le dioxygène est un acteur essentiel de deux des processus les plus fondamentaux de la vie : la photosynthèse et la respiration. La plupart des êtres vivants tirent leur énergie de la respiration : oxydation par le dioxygène de molécules de matière organique (Mat. Org.), selon une équation bilan :

$$\text{Mat. Org.} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

Les organismes photosynthétiques réalisent de plus une synthèse de matière organique qui libère du dioxygène :



Ces deux processus ont donc des bilans exactement opposés, ce qui permet d'écrire un bilan global approximatif du fonctionnement de la biosphère



Et il ressort clairement de cet équilibre que *la production de dioxygène par le monde vivant ne peut pas s'envisager autrement que par l'augmentation de la biomasse*. Ainsi une forêt "en équilibre" consomme autant de dioxygène qu'elle en produit et ne peut en aucun cas être considérée comme un "poumon de la terre". Elle n'est pas plus d'ailleurs un "piège à CO<sub>2</sub>".

Ainsi, c'est la croissance d'un végétal qui produit du dioxygène, pas son fonctionnement de base. De la même manière, chaque gramme de matière végétale produite s'accompagne de la libération d'oxygène, mais chaque fois qu'un animal consomme ce gramme de matière végétale et le re-transforme en CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O, il le fait en consommant l'intégralité du dioxygène que ce végétal avait produit. Ainsi, le *fonctionnement* d'une biosphère à l'équilibre ne produit pas la moindre molécule de dioxygène. C'est *l'augmentation* de la biomasse terrestre depuis l'apparition de la vie qui est responsable de l'accumulation de dioxygène dans l'atmosphère. D'un point de vue stoechiométrique, la fixation de chaque mole de carbone (12 g) s'accompagne donc de la production d'une mole de dioxygène (32 g).

# L'origine du dioxygène de l'atmosphère

Un problème se pose encore cependant : si l'on considère la stoechiométrie de l'équilibre ci-dessus, la production de la biomasse actuelle (environ 2 000 à 3 000 gigatonnes de carbone) s'est accompagnée de la libération de 5 000 à 8 000 gigatonnes de dioxygène, ce qui est très inférieur à ce que l'on mesure (un million de gigatonnes).

C'est qu'il faut considérer également la matière organique fossile (dispersée dans les sédiments ou concentrée sous forme de charbon et de pétrole).

Ainsi, c'est parce que la biosphère a accumulé de grandes quantités de matière organique fossilisée que l'atmosphère s'est enrichie en dioxygène.

Cette modification de l'atmosphère par les êtres vivants est notable sur la planète depuis environ 2 milliards d'années (comme l'attestent les formations de minerais de fer rubané). C'est de cette époque seulement que date la vie aérobie. La vie, cependant date d'environ 3,8 Ga (giga-années). C'est dire que les formes de vie anaérobies ont une importance considérable dans la biosphère.

Les formes de vie anaérobies se rencontrent principalement chez les micro-organismes. De très nombreuses espèces de bactéries sont des organismes anaérobies stricts, c'est-à-dire incapables de vivre en présence d'oxygène.

La levure de bière (*Saccharomyces cerevisiae*) quant à elle présente un métabolisme lui permettant de vivre en présence (respiration) ou en l'absence (fermentation alcoolique) de dioxygène. Ce sont ses fermentations qui permettent à l'homme de produire du pain ou des alcools.



## COLLÈGE

### Sciences de la vie et de la Terre

## 1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

### Sixième

#### Caractéristiques de l'environnement proche et répartition

[...Les êtres vivants observés ne sont pas répartis au hasard ; leur répartition dépend des caractéristiques de l'environnement.  
...La répartition peut aussi dépendre de l'action de l'Homme.]

### Cinquième

#### La respiration et occupation des milieux

[...Comprendre une action indirecte de l'Homme sur l'environnement. Les caractéristiques du milieu déterminent les conditions de la respiration et influent ainsi sur la répartition des êtres vivants...  
...En modifiant les conditions de la respiration dans les milieux, l'Homme influe sur leur qualité et leur équilibre.]

#### Fonctionnement de l'organisme et besoin en énergie

Santé, comportement à risques, responsabilité individuelle et collective et développement durable  
[...des substances nocives, plus ou moins abondantes dans l'environnement, perturbent le fonctionnement de l'appareil respiratoire. Elles favorisent l'apparition de certaines maladies.]

### Troisième

#### Responsabilité humaine : santé et environnement

## 2. Quelles problématiques aborder ?

### Sixième

- Comment peut-on agir, par des actions directes ou indirectes, sur un peuplement animal ou végétal donc sur la biodiversité ?
- Quel est l'impact de la pollution de l'air sur la répartition des êtres vivants : effets des pluies acides sur la faune et la flore, effets des apports par l'air de polluants tels que des désherbants, fongicides ou insecticides transportés par l'air puis lessivés par les pluies. Ces polluants affectent les plantes directement (lichen, bon indicateur de la qualité de l'air), ou indirectement suite à la disparition d'espèces pollinisatrices par exemple (abeilles notamment).
- Comment agir durablement sur le long terme ?

### Cinquième

Au collège, c'est bien sûr au niveau cinquième que les problématiques liées à cette photographie peuvent s'insérer le plus naturellement :

- Comment les modifications de la qualité et de la composition de l'air ou bien sûr de l'eau, milieux dans lesquels respirent les animaux influencent-elles les conditions de la respiration des êtres vivants, quel impact sur la biodiversité ? En particulier, quelles conséquences peut avoir une augmentation de la consommation de dioxygène par la décomposition de la matière organique due à une concentration excessive des milieux en nitrates et l'augmentation de la production primaire qui en résulte ? Quel effet peut avoir le rejet de substances plus ou moins nocives ?
- Quelles modifications observe-t-on ? Peut-on démontrer qu'elles dépendent de l'activité humaine ? Par quels mécanismes l'activité humaine modifie-t-elle alors le milieu ? Quel est l'impact de ces modifications ? Quels inconvénients présentent-elles ? Sont-elles "réversibles" ? Comment peut-on ramener le système vers un fonctionnement plus acceptable sans sacrifier les nécessités économiques, sociales...

### Troisième

Quels liens existe-t-il entre, par exemple, l'émission massive de certains gaz et leurs effets possibles sur l'environnement et la santé, via la respiration ?

## 3. Quels contenus et notions mobiliser ?

### Sixième

Les composantes minérales de l'environnement (roches, air, eau)  
 Les besoins nutritifs des plantes  
 La composition de l'air

### Cinquième

Les échanges gazeux respiratoires par un être vivant  
 Les causes de variations de conditions du milieu et les conséquences sur la respiration donc la répartition des êtres vivants  
 Les caractéristiques physiques d'un milieu  
 L'oxygénation du milieu par les végétaux chlorophylliens à la lumière (photosynthèse)

### Troisième

Ceux et celles du programme ; ce questionnement doit permettre de "[...] mobiliser et approfondir, si nécessaire, des bases scientifiques acquises, il fonde sur celles-ci une réflexion sur les responsabilités individuelles et collectives... L'unité du chapitre se faisant autour d'objectifs éducatifs, quelques aspects seulement ont été choisis pour leur importance dans la vie de chaque citoyen, et parce qu'ils se relient à des sujets déjà étudiés... élargis à un niveau plus global..."

## 4. Quelles pistes de travail envisager ?

Les programmes se prêtent directement au thème de l'air et de la respiration, indirectement en 6<sup>e</sup> (bien que les élèves citent la pollution comme élément de leur environnement) mais très clairement dans les autres niveaux et donc permettent d'aborder les problématiques proposées.

Les renseignements sur la qualité de l'air peuvent être étudiés localement (airparif, buld'air, atmo-rhonealpes, aspa...), en s'appuyant sur :

- un travail de suivi, de construction de courbes et tableaux, sur les principaux polluants, leurs sources et leurs conséquences sur l'environnement et la santé ;
- un aperçu des indices, niveaux et normes de différents organismes. L'indice ATMO, par exemple, prend en compte les différentes sources de polluants atmosphériques. Dans son calcul interviennent :
  - le dioxyde de soufre (d'origine industrielle)
  - les poussières (d'origine industrielle et automobile)
  - le dioxyde d'azote (d'origine essentiellement automobile)
  - l'ozone (d'origine automobile)

Les différentes méthodes d'action individuelle peuvent être discutées en classe à partir de ces données servant de base argumentaire à des débats ou exposés réalisés par les élèves.

L'amélioration de la qualité de l'air dans une région, certains plans mis en œuvre comme le Plan de protection de l'atmosphère issu d'une large concertation, associant services de l'État, collectivités locales, associations de protection de l'environnement et de consommateurs, industriels, entreprises de transports, experts... permettent d'aborder les aspects économiques et sociaux.

Cette étude peut se mener en co-disciplinarité avec la Physique-Chimie en 5<sup>e</sup> "l'air que nous respirons" au cours d'un IDD par exemple.

En classe de 3<sup>e</sup>, l'exemple de l'Ambroisie peut être étudié. D'après l'INRP, sa production de pollen est augmentée de 400 % en été et en automne lorsque le CO<sub>2</sub> atmosphérique augmente de 200 % associé à un réchauffement global :

<http://www.inrp.fr/Access/biotic/environ/polutair/html/demarche.htm>

"Cette étude a été menée en serre et à l'air libre. De telles données nous laissent prévoir une augmentation des réactions allergiques en ces périodes. En attendant une baisse de la pollution atmosphérique, on a mis en place dans la vallée du Rhône une campagne d'arrachage drastique."

Source : Sciences & Avenir octobre 2000.



# L'air que nous respirons

## EN SAVOIR PLUS

### Sites internet

#### Air

- L'Agence européenne de l'environnement présente (en anglais) les divers organismes européens impliqués sur ce sujet, les études disponibles, les indicateurs : Acidification. Climat. Santé. Ozone. Villes  
<http://themes.eea.eu.int/theme.php/state/air>

#### Air Santé

- La DRASS Ile-de-France vous informe des effets sur la santé de la pollution atmosphérique : Les principaux polluants mesurés. Origine de la pollution, Moyens réglementaires de la prévention. Normes de qualité de l'air, Principe d'établissement des normes, Sécurité. La mesure de la pollution. Effets sur la santé. Risques et symptômes. Effets de la pollution globale. Effets spécifiques des principaux polluants. Les indicateurs de santé. Qui est concerné?. Que faire en cas de pollution?. Consignes sanitaires préventives. Comportements recommandés. Les activités sportives. Protection médicamenteuse. Des médecins vous répondent 24h/24  
[http://ile-de-france.sante.gouv.fr/santenv/index\\_se.htm](http://ile-de-france.sante.gouv.fr/santenv/index_se.htm)

#### Les indices quotidiens de qualité de l'air

- <http://www.circe.fr/pratique/pollution.html>

#### Qualité de l'air en ville

- Ce rapport est le fruit d'un stage de trois mois dans le cadre d'une licence de Génie de l'Environnement à l'IUP de Jussieu, Paris VII. La première partie porte sur des généralités relatives à la pollution atmosphérique (normes, impacts sur la santé et la végétation, etc.) et à sa dispersion  
<http://perso.club-internet.fr/unvoas/transoft/rapp4.htm>

#### Réseau national de Santé publique

- <http://www.bdsp.tm.fr/Presentation/Default.asp>  
<http://www.ecologie.gouv.fr/Plan-de-protection-de-l-atmosphere.html>  
<http://www.inrp.fr/Acces/biotic/environ/polutair/html/demarche.htm>

**Livres**

**Pour les réservoirs  
de carbone  
et de dioxygène  
à la surface de la Terre**

- JM Caron et al., *Comprendre et Enseigner la planète Terre*, Ophrys, 2003
- J. Dercourt et al., *Géologie, objets et méthodes*, Dunod 2007

**De nombreuses  
ressources sur le site  
Planet-Terre,  
et particulièrement  
des conférences en vidéo**

- Cycles du carbone et de l'oxygène, quelques conférences de Pierre Thomas, permettant de chiffrer l'ampleur et l'importance relative des flux entre réservoirs  
[http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/index\\_html?objet=lecture&start:int=75](http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/index_html?objet=lecture&start:int=75)

**L'histoire  
des origines  
de la planète**

- Conférence de Claude Allègre à l'Académie des Sciences. La séance de questions permet de revenir sur l'histoire de la vie  
[http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/index\\_html?objet=lecture&start:int=0](http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/index_html?objet=lecture&start:int=0)

**L'origine  
de la vie  
sur terre**

- Texte de Pierre Thomas  
<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-origine-vie-2006.xml>

**L'influence  
du couvert  
végétal sur l'évolution  
de notre atmosphère**

- <http://www.manicore.com>