

## L'atmosphère et la forêt

### I. Les pluies acides, 25 ans après...

1.1 C'est une conjonction de facteurs qui favorise le dépérissement forestier. Les pluies acides agissent en synergie avec :

- Le stress hydrique (exemple : sécheresse de 1976...);
- certaines pratiques sylvicoles (plantation de forêts uniformes);
- les maladies;
- les tempêtes (exemple : la tempête de 1999);
- le changement climatique.

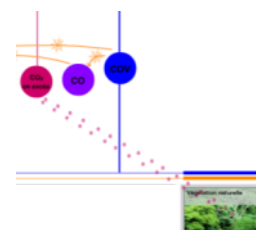
1.2 C'est le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) émis essentiellement par l'industrie et les oxydes d'azote émis essentiellement par le trafic routier qui sont à l'origine des pluies acides.

1.3 Le dépérissement forestier est toujours d'actualité mais on ne peut toutefois pas l'attribuer aux seules pluies acides. C'est une conjonction de facteurs : la sécheresse de 1976, la tempête Lothaire de 1999, le type de gestion des forêts (une forêt uniforme se défend moins contre la pollution ou des accidents climatiques). La pollution acide des sols demeure globalement élevée car bien que les émissions de SO<sub>2</sub> diminuent (en Europe), les émissions d'oxydes d'azote augmentent avec la croissance du trafic routier (même si à l'unité les véhicules polluent moins).

### II. Le rôle de la forêt dans le cycle du carbone

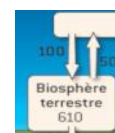
2.1 Les échanges en surface de l'élément carbone entre la biosphère et l'atmosphère se font grâce à la photosynthèse, la respiration et la décomposition. Ces échanges se font sous la forme de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

2.2 Dans le schéma détail « Végétations naturelles » les échanges en dioxyde de carbone sont symbolisés par des petites sphères qui se déplacent entre l'atmosphère et la végétation naturelle dans le schéma détail « Végétation naturelle » d'OMER7-A.



2.3 Enoncer que le cycle préindustriel du carbone est équilibré suppose que la quantité de carbone présente dans chaque réservoir est constante dans le temps.

2.4 Les forêts et plus généralement la biosphère terrestre sont des puits de carbone car elles absorbent plus de carbone qu'elles n'en émettent.



2.5 Les combustions de combustibles fossiles, la déforestation et l'utilisation des sols ont injecté du dioxyde de carbone dans l'atmosphère (CO<sub>2</sub>). Les échanges ne sont plus en équilibre. Les réservoirs augmentent (l'atmosphère et l'océan) ou diminuent (biosphère continentale).

2.6 Le bois est un excellent combustible et constitue donc une excellente source d'énergie. Brice de Turheim explique que le bois d'œuvre a un bilan carbone meilleur que le bois de chauffage car son utilisation n'émet pas de CO<sub>2</sub>.

### III. Les déséquilibres nutritifs en forêt, un problème toujours d'actualité

3.1 50 000 hectares de forêts d'épicéas ont présenté des problèmes de jaunissement dans les Vosges, les Ardennes et le Massif Central.

3.2 En 20 ans, on observe une amélioration due la baisse de l'acidité directe des précipitations.

3.3 Les charges critiques d'un écosystème forestier ou aquatique (exprimées en équivalent H<sup>+</sup>/hectare/an) représentent des doses de polluants (composés de soufre et d'azote) que peut tolérer sans dommage l'écosystème.

3.4 Les zones les plus vulnérables se situent en Europe du Nord pour des raisons liées à la nature des sols.

3.5 Les effets directs des dépôts acides correspondent à une action directe du polluant sur la végétation. Les effets directs sur les parties aériennes de la végétation sont les dégâts aux cellules, aux chloroplastes, aux stomates. Ce qui entraîne une réduction des échanges gazeux, une perturbation de la photosynthèse, une transpiration accrue de la plante et le lessivage des éléments minéraux.

Les effets indirects des dépôts acides correspondent à l'action des polluants sur le sol perturbant le fonctionnement de la végétation. Les effets indirects des dépôts acides sur les sols sont l'acidification des sols, le lessivage des éléments nutritifs (Ca, Mg, K) d'où une carence minérale et l'accumulation de métaux lourds ionisés (aluminium). Ces effets ont une répercussion sur l'eau du sol.

3.6 Par son caractère oxydant, l'ozone est un polluant qui a un impact direct sur la santé des arbres (affaiblissement, perte de croissance).

3.7 Aujourd'hui, on raisonne de manière globale. Les effets sur les écosystèmes forestiers des champignons pathogènes ou des insectes ravageurs, les tempêtes, les sécheresses et les canicules sont aujourd'hui croisés avec ceux des sols acidifiés. L'inquiétude ne porte pas que sur la croissance de la forêt mais aussi sur sa biodiversité.

#### POUR ALLER PLUS LOIN

a. Entre le 15<sup>ème</sup> et le 18<sup>ème</sup> siècle, la forêt vosgienne a souvent poussé sur des espaces anciennement cultivés par l'homme. Les forêts n'étaient pas dépérissantes là où les cultures étaient autrefois régulièrement amendées tandis qu'elles dépérissaient sur les anciennes pâtures, dont les sols avaient été appauvris.

Les pratiques sylvicoles des 18<sup>ème</sup>, 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècles sont un autre facteur d'appauvrissement des sols (surexploitation forestière, plantation d'arbre à croissance rapide).

b. La distribution d'eau acide dans les canalisations en plomb a également provoqué la libération de plomb dans l'eau potable. Au début des années 80, de nombreux cas de saturnisme (anémie, troubles digestifs, atteintes du système nerveux) ont été détectés dans les Vosges.

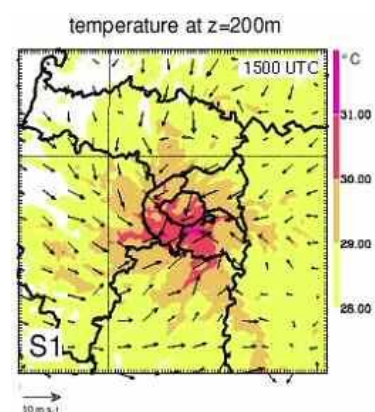
c. La France s'est fixé des objectifs plus contraignants que ceux de la convention de Genève. En 2006, elle a presque atteint les objectifs fixés pour 2010 sur les émissions de dioxyde de soufre mais elle est loin d'atteindre ses objectifs concernant les émissions d'oxydes d'azote.

#### IV. La forêt au 21<sup>ème</sup> siècle

- 4.1 Selon l'un de scénarios les moins favorables, en 2100 les forêts de type méditerranéen occuperait près de la moitié de la France jusqu'à la Loire et l'Alsace, les forêts atlantique et aquitaine s'étendraient vers l'est, les forêts continentale et montagnarde disparaîtraient. La vitesse réelle et les modalités d'ajustement des écosystèmes forestiers restent mal connues.
- 4.2 Dans la lutte contre le changement climatique, on mise sur la forêt pour stocker le carbone et fournir une source d'énergie renouvelable.
- 4.3 La forêt équatoriale contribue à elle seule à 50% de la production mondiale de dioxygène.
- 4.4 Les forêts tempérées émettent de grandes quantités de composés organiques volatils (COV) dont certains participent à la production d'ozone dans la troposphère.

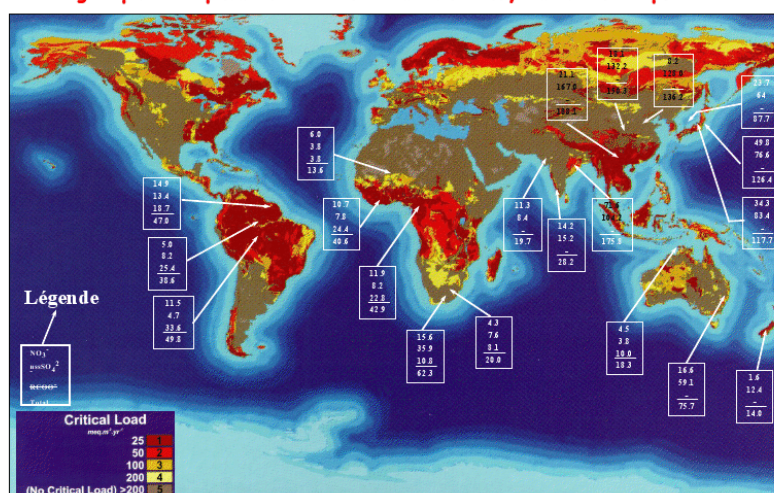
Les COV émis par ces forêts peuvent se mélanger à l'air des villes, notamment lorsque se mettent en place des brises thermiques entre la ville (plus chaude) et les zones périurbaines (plus fraîches, cf. schéma ci-contre).

D'une manière générale, les forêts influent sur la dispersion des polluants en créant des courants de convection (forêts urbaines et péri-urbaines, cf. schéma ci-contre et explication ci-dessus).



Complément aux réponses 3.3 et 3.4:

#### Mesure des dépôts humides de nitrate, sulfate non marin et acides organiques comparés à la sensibilité des écosystèmes au dépôt acide



J.P Lacaux et al, 2003, An Integration and Synthesis of a Decade of Tropospheric Chemistry Research, IGACTivities Newsletter n°27, 2003.