

L'OZONE ANTHROPOGÉNIQUE: UN RISQUE GLOBAL POUR LE CLIMAT ET L'ALIMENTATION DE L'HUMANITÉ

INTRODUCTION

par Bernard Saugier¹

1. L'ozone est un mot dérivé du grec ozein, exhaler une odeur. C'est une molécule à 3 atomes d'oxygène, un gaz oxydant et à effet de serre, absorbant le rayonnement ultraviolet de courtes longueurs d'onde, et le rayonnement infrarouge autour de 10 μm .

2. L'ozone est formé dans la stratosphère par absorption du rayonnement UV, et dans la troposphère, où c'est un agent oxydant puissant qui provoque des dommages aux feuilles et génère le radical OH. L'ozone troposphérique représente environ 10% de la colonne totale d'ozone, contre 90 % pour l'ozone stratosphérique.

3. On a beaucoup insisté dans le passé sur la destruction de l'ozone stratosphérique par des chloro-fluoro-carbures (CFC) et cela a conduit au protocole de Montréal pour éliminer la production de CFC. Ce protocole a été signé en 1987 et ratifié par l'ensemble des pays en 2009. Le trou d'ozone de l'Antarctique a commencé à se résorber mais le processus prendra plusieurs décennies à cause de la stabilité des CFC.

4. La séance présente est consacrée à l'ozone troposphérique. C'est un gaz qui est naturellement présent à de très faibles concentrations (< 10 ppbv ou parties par milliard en volume) et qui a augmenté de façon importante depuis l'ère industrielle. Comme c'est un gaz très réactif, il varie rapidement dans le temps et dans l'espace, à la différence du CO_2 qui est réparti de façon assez uniforme sur la planète. On peut néanmoins établir des valeurs moyennes sur de longues durées dans des sites à l'écart des grandes sources. Ces moyennes ont fortement augmenté (de l'ordre de 40 ppbv actuellement), posant des problèmes de santé aux populations fragiles (enfants, asthmatiques) et causant des réductions de production aux cultures et aux forêts.

5. A l'origine de cette augmentation on trouve les précurseurs de l'ozone: oxydes d'azote NO_x produits par les moteurs à combustion interne, feux, méthane CH_4 produit par les ruminants et les milieux humides (dont les rizières), et composés organiques volatils non méthaniques (NMVOC) émis par les activités humaines et aussi de façon naturelle par diverses espèces de plantes dont les chênes et les peupliers).

6. On estime que les pertes de récolte dues à l'ozone seraient de l'ordre de 15 % pour la communauté européenne, représentant une perte économique de 3 milliards d'euros.

7. On a peu de données sur les effets de l'ozone sur les plantes sauvages et les forêts, mais l'ozone paraît de nature à diminuer le rôle de puits de carbone des forêts.

8. La séance présente a été organisée par notre confrère Rainer MATYSSEK, professeur à l'Université technique de Munich et membre de l'académie Leopoldina. Il a cherché à associer dans chaque présentation un chercheur français à un chercheur allemand. Nous verrons d'abord le rôle de

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur honoraire, ESE, bât. 362, Université Paris-Sud, 91405 Orsay Cedex.

l'ozone sur la végétation en général, puis le cas des forêts et enfin celui des cultures. Deux présentations seront faites en anglais.

Déroulé de la séance:

1. Jörg-Peter SCHNITZLER et Yann NOUVELLON : Végétation, interactions avec l'atmosphère, le rôle crucial de l'ozone troposphérique
2. Rainer MATYSSEK et Didier LETHIEC : Direct and indirect effects of tropospheric ozone on forest ecosystems – relevance for global carbon storage, forest products and climate change
3. Jean-François CASTELL et Jürgen BENDER : L'ozone troposphérique, une menace pour l'alimentation de l'humanité ?

INTRODUCTION TO TROPOSPHERIC OZONE

by Bernard Saugier

honorary professor, ESE, bât. 362, Université Paris-Sud, 91405 Orsay Cédex.

1. *The word ozone is derived from the greek "ozein" that means to exhale an odor. It is a 3 oxygen molecule, an oxidizing agent and a greenhouse gas that absorbs solar radiation in the UV range ($\lambda < 0.3 \mu\text{m}$) and earth radiation in the IR near $10 \mu\text{m}$.*

2. *Ozone is formed in stratosphere by absorption of UV radiation, and in troposphere, where it is a strong oxidant that causes damage to leaves and generates the radical OH. Tropospheric ozone accounts for about 10 % of the total ozone content, versus 90 % for stratospheric ozone.*

3. *Destruction of stratospheric ozone by chlorofluorocarbons (CFC) has been much documented in the past, which led to the Montreal protocol to eradicate the production of CFC. Signed in 1987, this protocol has been ratified by the 193 UN states in 2009. The ozone hole in the Antarctic has started to decrease but it is a slow process due to the high stability of CFC.*

4. *Today's presentation is devoted to tropospheric ozone. It is naturally present at low concentrations of the order of 10 ppbv (parties per billion in volume) and has increased considerably during the industrial era. Since it is very reactive, its concentration varies strongly with time and space, contrarily to CO_2 that is uniformly distributed. There are however long term monitoring stations, and thanks to satellite monitoring, global averages since about 2004. Background concentration has much increased to values near 40 ppbv, causing health problems to fragile populations (asthmatic people and young children) and production decrease in forests and crops.*

5. *This increase in ozone results of increases in ozone precursors: nitrogen oxides NO_x , produced by internal combustion motors and fires, methane CH_4 produced by ruminants and wet lands (including paddy fields), and non methanic volatile compounds (NMVOC) emitted from fertilizers and also naturally from several tree species.*

6. *Losses of agricultural harvest due to ozone have been estimated to about 15 % for the European Community, leading to an economic loss of 3 billion euro.*

7. *There are few data on the effects of ozone on wild plants and forests, but ozone appears to decrease the carbon sink of forests.*

8. *The present meeting has been organized by our colleague Rainer MATYSSEK, professor at the Technical University of München and member of the Leopoldina Academy. He has tried to associate in each presentation a French scientist to a German scientist. After a presentation of the interactions between ozone and vegetation, there will be focuses on forests and on crops. Two*

presentations will be made in English.

Meeting outline:

- 1. Jörg-Peter SCHNITZLER et Yann NOUVELLON : Vegetation - atmosphere interactions – the crucial role of tropospheric ozone*
- 2. Rainer MATYSSEK et Didier LETHIEC : Direct and indirect effects of tropospheric ozone on forest ecosystems – relevance for global carbon storage, forest products and climate change*
- 3. Jean-François CASTELL et Jürgen BENDER : Tropospheric ozone – a threat for the feeding of mankind ?*