La suie dans l'atmosphère : une substance plus polluante que prévu

Publié le 15.02.10 | Par Christophe Cartier dit Moulin, Martine Hasler, Christian George

Depuis 20 ans, la communauté scientifique s'accordait sur le faible impact de la suie dans l'atmosphère. Associé à la pollution urbaine, ce polluant est en effet très vite inhibé par le milieu oxydant de l'atmosphère, limitant son impact. Une équipe internationale de chercheurs, pilotée par l'Institut de recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon (CNRS / Université de Lyon 1), vient de mettre en évidence une réactivité importante de la suie dans l'atmosphère, jusqu'alors inconnue, qui est amorcée par la lumière.

Cette réactivité de la suie dans l'atmosphère conduit à la production de précurseurs d'ozone (polluant majeur de l'air à basse altitude) et surtout permet le déplacement de ces polluants sur des longues distances. Les résultats sont parus dans la revue PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences).

1. La suie ?

1.1. Définition

La suie est un ensemble de composés chimiques issus de la combustion incomplète de combustibles fossiles (essence, gazole, fioul, kérosène) ou de biomasse (bois, végétaux). Elle est également associée à la pollution issue des milieux urbains. Lorsqu'elle est produite, les particules solides de la suie se nichent dans l'atmosphère où elles demeurent en suspension (aérosols). C'est sous cette forme que ce polluant acquiert une réactivité particulière.

1.2. Réactivité photolumineuse

Sous l'action directe de la lumière solaire, la réactivité des particules de suie change et surtout s'accroît de manière très marquée. A tel point que des réactions jusque là jugées sans intérêt se produisent de façon très efficace.

Par exemple, sous irradiation solaire, le dioxyde d'azote, un des polluants à l'origine de la production photochimique d'ozone, réagit avec la suie sur des temps très longs et produit efficacement de l'acide nitreux (HNO_2). Ce dernier est en zone urbaine le précurseur principal d'un radical hydroxyle (OH), surnommé le détergent atmosphérique car il est à l'origine de la dégradation de presque tous les polluants. Néanmoins, les sous-produits de cette réaction (oxydes d'azote) demeurent des précurseurs d'ozone.

Par contraste, cette chimie est inhibée dans l'obscurité au bout de quelques dizaines de minutes.

1.3. Quel impact ?

L'impact de cette photochimie des suies ne s'arrête pas là.

En effet, la lumière induit également la formation de composés, appelés nitro-HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), connus pour être extrêmement toxiques pour la santé. Ces composés vont emprisonner les oxydes d'azote à la surface de la suie. Ces "pièges" à oxydes d'azote vont ainsi subsister toute la nuit et pourront voyager sur de longues distances par le jeu des déplacements de masses d'air, et libéreront leur emprise sous l'effet de la lumière du jour.

Ces oxydes d'azote produiront ainsi de l'ozone dans des zones initialement non polluées.

2. Un exemple concret

Un des exemples importants de l'impact d'aérosols venant de l'activité humaine est le Nuage Brun Asiatique (de l'anglais : "Asian Brown Cloud") [1] qui trouve ses origines dans les émissions en Chine et en Inde.

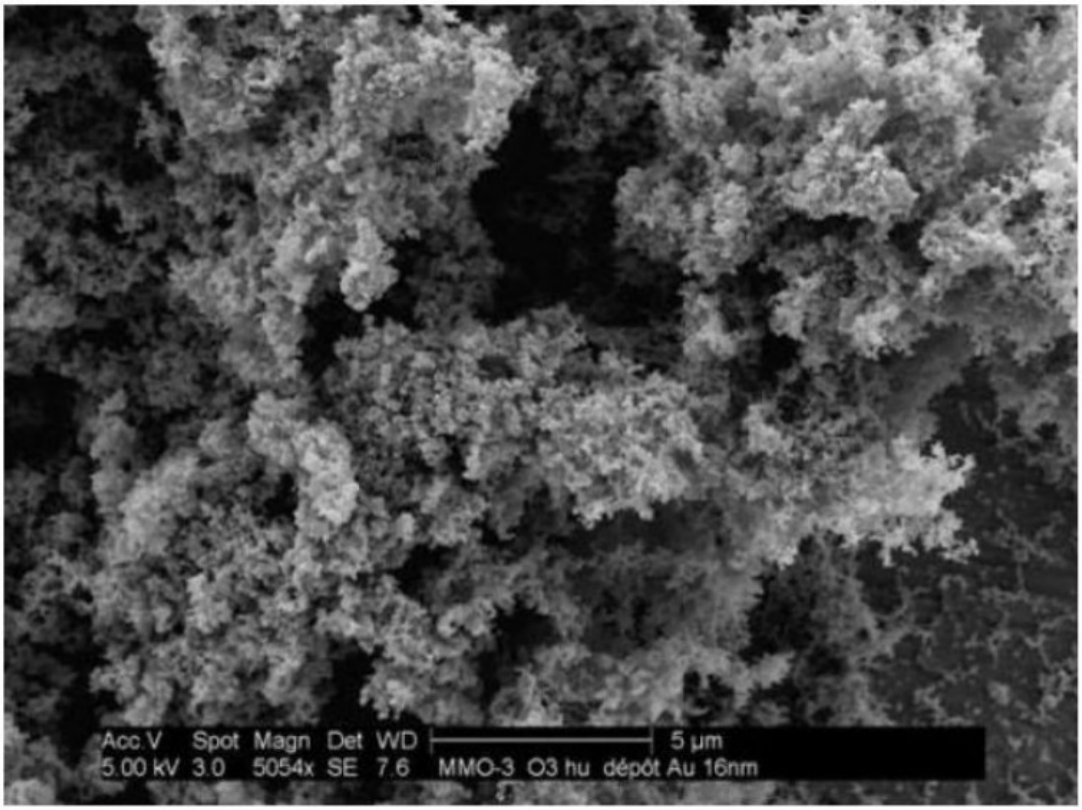


Figure 1 - Cliché de microscopie électronique de suie.

Auteur(s)/Autrice(s) : IRCELYON / France Simonet – Licence : Reproduction autorisée dans un contexte éducatif et non commercial (PNAS)

Ce nuage, principalement constitué de suie, est une immense masse d'aérosols qui plane sur l'Océan Indien et qui a des effets potentiels de grande envergure sur toute la population vivant autour de cet océan (soit plus de 1 milliard d'habitants) dans de nombreux champs : visibilité, climat, santé publique, agriculture...

3. Références

1. Impact Study : The Atmospheric Brown Cloud : Climate and other Environmental Impacts, rapport commissionné par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP):

   https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.rrcap.unep.org%2Fissues%2Fair%2Fimpactstudy%2FExecut
   .
2. Atmospheric Chemistry Special Feature : Light changes the atmospheric reactivity of soot ; M. E. Monge, B. D'Anna, L. Mazri, A. Giroir-Fendler, M. Ammann, D. J. Donaldson et C. George ; PNAS, 2010.

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

Christophe Cartier dit Moulin

Chargé de mission pour la communication scientifique du CNRS

Martine Hasler

Chargée de contact presse au CNRS

Christian George

Chercheur à l'Institut de recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon - IRCELYON

MISE EN LIGNE

Nicolas Lévy

Professeur agrégé de chimie, responsable du Centre de Préparation à l'Agrégation externe de Chimie (École Normale Supérieure de Paris - Sorbonne Université - Université Paris-Saclay), responsable éditorial de CultureSciences-Chimie de 2008 à 2014.

PARTENAIRE(S)

Article rédigé par Christophe Cartier dit Moulin & Martine Hasler (communication du CNRS-Chimie), à partir d'un texte de Christian GEORGE et al. (Chercheurs à l'Institut de recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon - IRCELYON) sur leurs travaux.

CNRS