

Les aérosols atmosphériques

Aux poussières provenant de sources naturelles s'ajoutent, dans l'atmosphère, celles qu'engendre l'activité humaine. Quelles sont-elles exactement, où vont-elles ? Les conséquences d'une migration...

■ Gilles Bergametti,
Pierre Rognon,
et Geneviève Coudé-Gaussen

L'atmosphère n'est pas seulement un mélange gazeux. Outre l'eau des nuages, les particules solides ou liquides en suspension dans l'air représentent une masse de l'ordre du milliard de tonnes. Jusqu'à ces derniers siècles, ces aérosols provenaient uniquement de sources naturelles telles que les embruns marins, les particules provenant des émissions biogéniques gazeuses, l'érosion des sols désertiques et l'activité volcanique. Ils contrôlaient en partie les transferts de matière entre continents et océans, et leur histoire peut être retracée à partir de dépôts loessiques, des sédiments océaniques ou des archives glaciaires. Depuis la révolution industrielle sont apparues de nouvelles émissions d'aérosols dont les caractéristiques physico-chimiques sont notablement différentes de celles des particules naturelles. Ces aérosols sont principalement constitués de carbone, de soufre, de métaux toxiques, voire de composés organiques mutagènes. Actuellement, ces émissions anthropogéniques représentent 20 % environ de la masse des particules émises chaque année à l'échelle globale. Les cycles de certains éléments en traces en ont été fortement affectés. Ainsi, les retombées de plomb d'origine atmosphérique, lequel provient principalement des additifs anti-détonants des carburants, ont perturbé complètement le cycle de cet élément dans les océans.

L'érosion éolienne

Parallèlement, le développement des activités agricoles, lié à la mécanisation, à la pression démographique et à l'intensification des feux de brousse, a notablement accru la surface des sols érodables. La mise en culture intensive a conduit à de nouvelles régions-sources importantes, comme les grandes plaines du Middle-West ou les régions semi-arides soumises à une intense déflation (érosion éolienne) saisonnière, dont les émissions sont difficilement dissociables de celles provenant des zones désertiques.

Dans ces sols, les transferts de particules portent essentiellement sur leur fraction fine, la plus importante en terme de fertilité. Ils se traduisent généralement par un appauvrissement des sols dans les régions de déflation et par un enrichissement en éléments fertilisants dans les zones de retombées, jusqu'en forêt équatoriale. En bordure des déserts, ils peuvent même aboutir à d'importantes modifications minéralogiques et chimiques des formations superficielles, telle la calcification de surface sur des roches siliceuses dans le Sud-marocain ou sur des substrats volcaniques aux Canaries. Des travaux récents montrent également que ces retombées d'aérosols approvisionnent le milieu océanique en éléments nutritifs (comme le fer) présents en quantité limitée et pourraient influencer dans certaines régions marines sur la production primaire.

Dans le milieu atmosphérique, ces aérosols, selon leur concentration et leur taille, affectent le bilan radiatif par leur rôle d'écran vis-à-vis des radiations solaires directes ou indirectes. Il en résulte une modification du gradient thermique entre les basses couches atmosphériques refroidies et les couches moyennes réchauffées, défavorable à la convection et aux précipitations. A l'inverse, les aérosols solides servent de noyaux de condensation et sont donc indispensables à la formation de nuages. Une grande disparité existe en ce qui concerne la répartition géographique des émissions d'aérosols. Ainsi, les zones arides les plus productives et l'essentiel de l'activité industrielle se trouvent concentrés dans l'hémisphère Nord. La faible durée de vie des aérosols atmosphériques (de l'ordre de la semaine), en liaison avec cette hétérogénéité spatiale des sources, empêche une homogénéisation des concentrations d'aérosols à l'échelle globale. Aussi, les conséquences de cette augmentation des émissions d'aérosols ne peuvent être réellement appréciées qu'à travers des approches à caractère régional. Par exemple, l'Atlantique Nord-Ouest constitue un réceptacle privilégié des apports de polluants en provenance d'Amérique du Nord tandis que l'Atlantique Nord Tropical reçoit la majeure partie des émissions en provenan-

Programme brouillard

Le brouillard se forme lors de la condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère proche du sol sous la forme de fines gouttelettes d'eau liquide. Nuisance importante pour les transports, il est nécessaire d'en établir une bonne prévision quantitative (où ?, quand ?, quelle durée ?), ce qui exige à la fois des recherches à caractère fondamental et des recherches opérationnelles de prévision. Le Groupement scientifique brouillard (CNRS, Météorologie nationale, Région Nord-Pas-de-Calais) a été créé dans ce but. Un modèle, baptisé COBRA, a été développé, et les expériences numériques déjà réalisées ont permis de mettre en évidence les principaux paramètres intervenant sur la formation des brouillards denses : vitesse du vent, taux de refroidissement de l'atmosphère, nombre de noyaux de condensation... Parallèlement, un programme intensif de collecte de données expérimentales (qui seront accessibles sous forme de banque de données) est en cours sur le site expérimental de Carnin, près de Lille, véritable observatoire du brouillard. Ce site restera en fonctionnement de manière permanente six mois par an jusqu'en 1991.

■ Daniel Guedalia, directeur de recherche au CNRS, directeur du Laboratoire d'aérodynamique (UA 354 CNRS), université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex.

ce des régions arides et semi-arides d'Afrique.

■ Gilles Bergametti, chargé de recherche au CNRS, Laboratoire de physico-chimie de l'atmosphère (UA 717 CNRS), université Paris VII, 2, place Jussieu, 75251 Paris Cedex 05.

■ Pierre Rognon, professeur à l'université Pierre et Marie Curie, directeur du Laboratoire de paléoclimats et paléoenvironnements en régions arides (UA 722 CNRS), Département de géodynamique des milieux continentaux, université Paris VI, tour 16, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

■ Geneviève Coudé-Gaussen, maître de conférences à l'université de Picardie (UA 722 CNRS), université de Picardie, rue Solomon Mahlangu, 80025 Amiens.