

L'effet climatique des particules

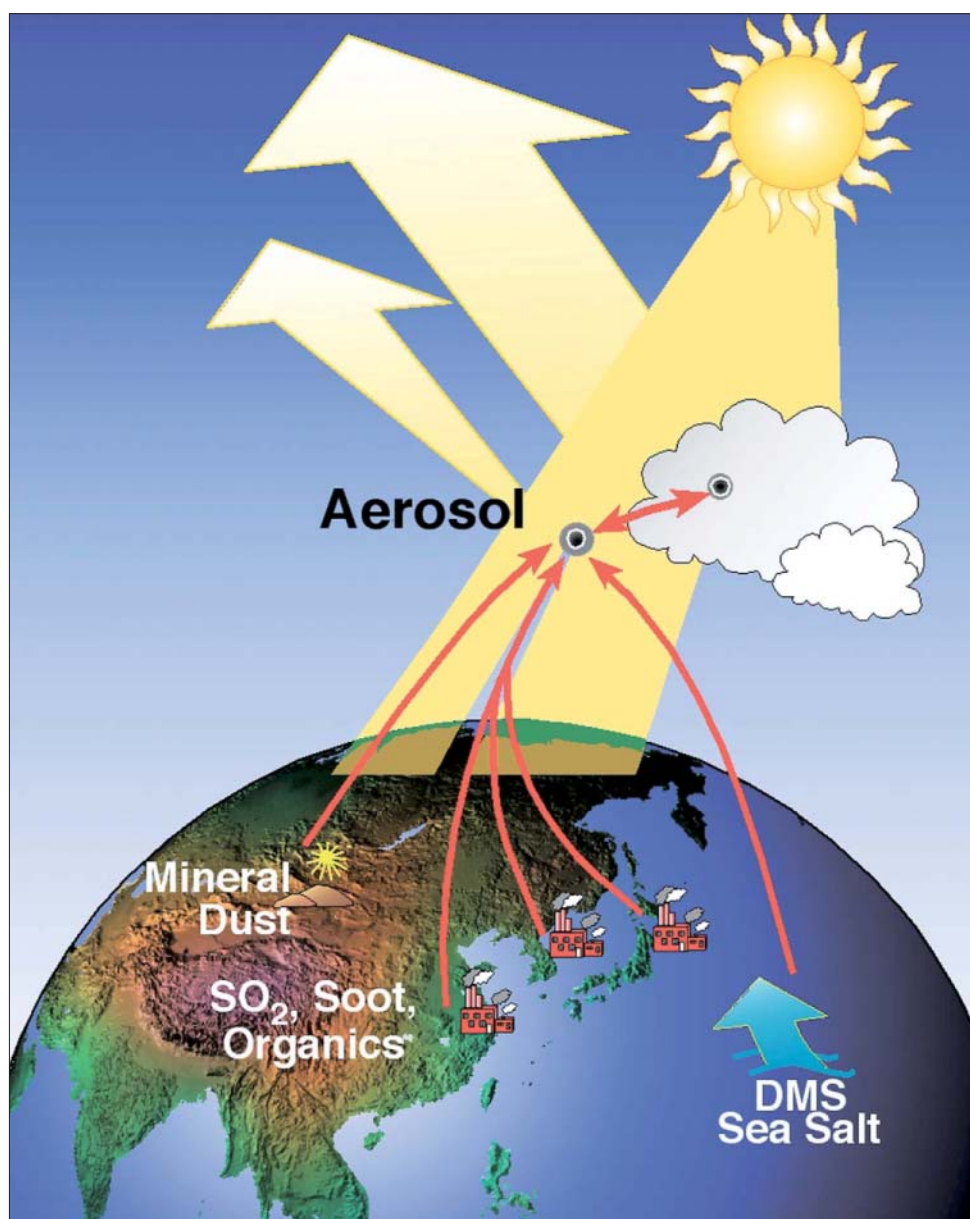
PROF. DR BALTENSPERGER, DR WEINGARTNER L'homme influe toujours plus sur le système terrestre et atmosphérique, ce qui se répercute, notamment, sur notre climat. La recherche internationale se penche sur les particules aérosol, susceptibles d'induire aussi bien un refroidissement qu'un réchauffement du climat.

Si il ne règne pas en permanence un froid glacial sur notre planète, c'est grâce aux gaz à effet de serre naturels (dioxyde de carbone (CO₂) et autres gaz). A l'instar du phénomène observé dans n'importe quelle serre, les gaz à effet de serre n'empêchent pas les rayons du soleil (lumière visible, ondes courtes) de pénétrer à l'intérieur du système que constituent la surface de notre Terre et sa troposphère (soit, par analogie, l'intérieur de la serre), mais ne laissent que difficilement s'en échapper le rayonnement thermique (ondes longues) induit par les rayons du soleil. En conséquence, il règne dans la serre une douce et agréable chaleur. Au cours du dernier siècle, la température moyenne de la surface de la Terre a progressé d'env. 0,6° Celsius, un phénomène qui s'explique essentiellement par les quantités supplémentaires de gaz à effet de serre produites par l'homme.

Elles refroidissent aussi

Les particules aérosols (qui flottent dans l'atmosphère sous forme d'infimes corpuscules de moins de quelques microns), par contre, ont plutôt un effet de refroidissement, car elles entraînent la dispersion d'une partie de la lumière, émanant du rayonnement solaire, de la surface du globe terrestre (cf. schéma). La dispersion de la lumière solaire provoquée par les particules aérosols entraîne un refroidissement direct et indirect de la Terre, par modification des propriétés nuageuses.

Ces particules aérosol jouent également un rôle important dans la formation des nuages, puisqu'elles ont une incidence sur leur densité aussi bien que sur leur durée de vie. En fonction de leur taille et de leurs propriétés chimiques, les particules aérosol peuvent servir de «germes de condensation» pendant la formation des nuages. Lorsque, outre les particules aérosol naturelles, l'air contient aussi des particules produites par l'homme, la vapeur d'eau présente se répartit sur un plus grand nombre d'éléments. Le nuage formé est ainsi constitué d'un plus



▲ Les aérosols sont principalement composés de poussière minérale (mineral dust), de dioxyde de soufre (SO₂), de suies (soot), de particules organiques (organics), de dimethylsulfide (DMS) et de sel marin (sea salt).

grand nombre de gouttelettes d'eau plus petites. Un tel nuage a la particularité de mieux réfléchir la lumière solaire – soit de mieux la renvoyer vers l'espace – qu'un nuage

«ordinaire», composé d'un plus petit nombre de plus grosses gouttelettes d'eau. Ce phénomène appelé effet d'aérosol indirect entraîne aussi un refroidissement. Tous

les effets aérosol examinés jusque là se traduisent donc par un refroidissement atmosphérique. Toutefois, lorsque les particules, à l'exemple des particules de suie, se mettent elles-mêmes à absorber la lumière solaire et, par conséquent, à diffuser de la chaleur, elles provoquent un réchauffement. L'effet global des particules aérosol dépend donc, dans une large mesure, de la quantité de suie présente dans l'atmosphère.

Facteur d'incertitude

La quantification de tous ces effets est indiquée par le «forçage radiatif» des aérosols, soit la modification du bilan radiatif terrestre sous l'action humaine (forçage positif dans le cas d'un réchauffement, négatif dans le cas d'un refroidissement). L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) estime cette valeur proche de +2,5 watts par mètre carré (W/m^2) pour l'ensemble des gaz à effet de serre. En ce qui concerne les particules aérosol, ce chiffre – soumis à un facteur d'incertitude plus important – devrait approcher de $-1,6 W/m^2$. Par ailleurs, cette

valeur varie fortement en fonction de la concentration des aérosols. Cette situation s'explique par le fait que, en regard des gaz à effet de serre, la durée de vie de ces particules dans l'atmosphère est relativement réduite: en effet, certaines particules de suie n'y séjourneront qu'une semaine en moyenne avant d'être éliminées par la pluie ou la neige, tandis que la durée de vie atmosphérique du CO_2 , par exemple, s'élève à 50 ou 100 ans.

L'action de la suie sur le rayonnement est également entourée d'une grande incertitude. Tandis que l'IPCC s'appuie sur une valeur hypothétique de $+0,3 W/m^2$, d'autres études avancent des chiffres pouvant aller jusqu'à $+0,8 W/m^2$. En 2002, une étude controversée de Mark Jacobson a ainsi postulé qu'en dépit de leurs plus faibles émissions de CO_2 , les moteurs diesel induiraient en réalité un plus fort réchauffement climatique que les moteurs à essence. Quoi qu'il en soit, de telles comparaisons sont délicates, notamment en raison des différences de durées de vie que nous venons d'évoquer et du fait que

les résultats obtenus varient passablement selon la période considérée. Indépendamment de cet aspect, promouvoir les véhicules propulsés au diesel n'a de sens que pour autant que tous les véhicules soient équipés de filtres à particules. Car outre l'effet climatique décrit ici, les particules de suie sont aussi néfastes pour la santé (cf. article p. 9). ■

Les auteurs



Urs Baltensperger, responsable du laboratoire de chimie atmosphérique de l'Institut Paul Scherrer à Villigen, privat-docent à l'EPFZ.



Ernest Weingartner dirige le groupe de physique des aérosols du laboratoire de chimie atmosphérique de l'Institut Paul Scherrer.