

Pollution de l'air : toutes les particules fines n'ont pas les mêmes effets sur la santé

https://theconversation.com/pollution-de-lair-toutes-les-particules-fines-nont-pas-les-memes-effets-sur-la-sante-161261?utm_source=linkedin&utm_medium=bylinelinkedinbutton

Les conséquences de la pollution de l'air sur la santé sont de mieux en mieux documentées. Si le dioxyde d'azote issu du trafic routier, les composés organiques volatils et semi-volatils ou encore l'ozone sont impliqués dans de nombreuses pathologies cardio-respiratoires, ce ne sont pas les substances les plus dangereuses pour notre santé. Parmi tous les polluants présents dans l'air, la palme de la toxicité revient aux particules fines : elles sont responsables de la majorité des décès en lien avec la pollution de l'air, qu'il soit extérieur ou intérieur.

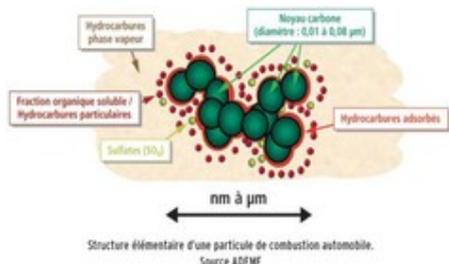
Cependant, toutes les particules fines n'ont pas la même nocivité. C'est la raison pour laquelle il est primordial, lorsqu'on parle de pollution aux particules fines, de préciser quel type de particules sont impliquées, afin de prendre des mesures de santé publique appropriées. Omettre cette précision revient au même que de parler d'épidémie virale sans préciser quel est le virus qui en est à l'origine.

La nocivité des particules fines dépend non seulement de leur taille (on les classe en PM 10 – diamètre inférieur à 10µm (soit 10 milliardièmes de mètre), PM 2.5 – diamètre inférieur à 2,5µm, et particules ultrafines – diamètre inférieur à 0,1µm), mais aussi de leur composition.

Penchons-nous sur les principaux types de particules fines et leur toxicité.

Les particules de combustion, les plus dangereuses

Les études s'accordent pour démontrer que les particules de combustion sont les plus toxiques, à la fois en raison de leur composition, mais également de leur taille. La composition des particules de combustion, qu'elles soient liées au trafic automobile notamment diesel, à la combustion du bois, du charbon, du fioul ou à de l'incinération de matières organiques est bien connue.



Ademe

On trouve au centre de la particule un noyau - également appelé « black carbon » - composé d'atomes de carbone pur, et, à sa périphérie, les substances qui font sa nocivité, notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des métaux lourds.

Il a été démontré que, pour de mêmes variations de concentration dans l'air extérieur, l'impact sur la santé des particules de combustion était jusqu'à 10 fois supérieur à celui des particules fines

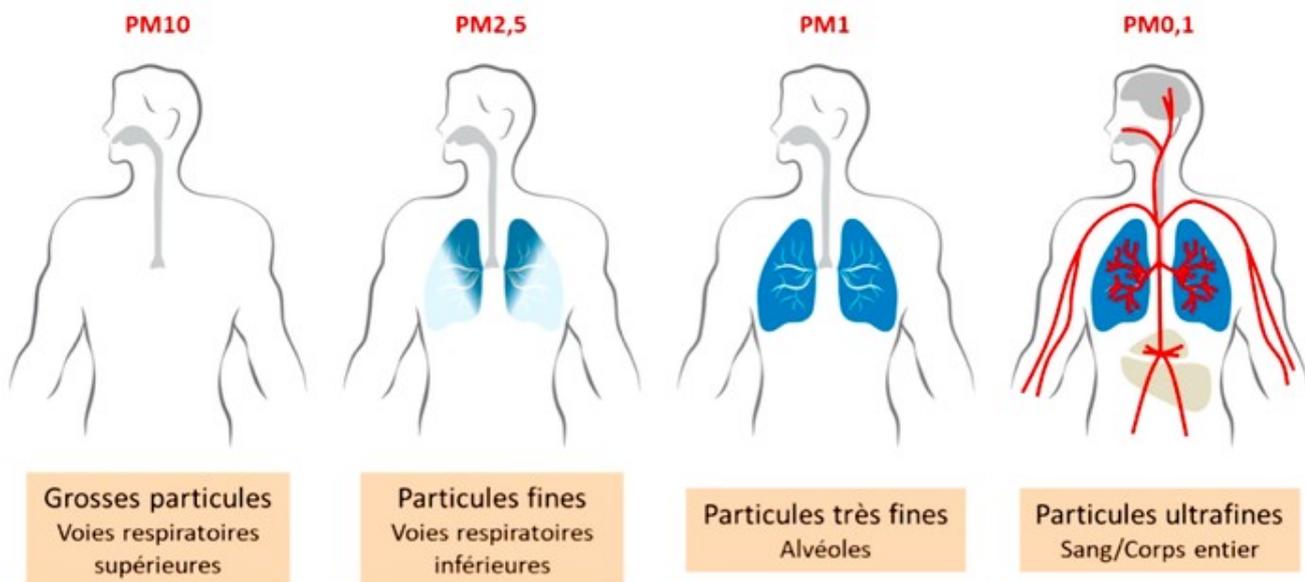
d'autres sources. Les études toxicologiques ont bien démontré que ce sont leurs composés de surface (notamment les HAP) qui sont à l'origine de leur nocivité.

Les particules de combustion sont responsables d'effets respiratoires de type bronchiolite. Elles exacerbent également l'asthme. Mais elles ont surtout des effets cardio-vasculaires se traduisant par une majoration du risque d'infarctus et d'accident vasculaire cérébral (AVC). Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), les AVC représentent plus de 40 % des décès en lien avec la pollution de l'air dans le monde. Les HAP présents la surface de ces particules sont également « cancérogènes certains » : ils sont non seulement associés à un risque accru de cancer du poumon, mais également de cancer du sein ou du sang.

Un problème de taille

Les particules de combustion émises par le trafic routier sont aussi toxiques parce que ce sont essentiellement des particules dites ultrafines, autrement dit de diamètre inférieur à $0,1 \mu\text{m}$.

Si les particules de plus grande taille, telles que les PM₁₀, sont arrêtées au niveau des voies respiratoires supérieures, les particules ultrafines atteignent le fond des alvéoles respiratoires. Elles peuvent donc pénétrer dans le système sanguin, où elles vont engendrer un stress oxydatif (une réaction inflammatoire) qui majore le risque d'athérosclérose et de thrombose vasculaire. Elles franchissent également la barrière placentaire. Depuis la circulation sanguine, ces particules ultrafines sont aussi capables d'atteindre de nombreux organes, parmi lesquels le système nerveux central (cerveau et moelle épinière), qu'elles peuvent également atteindre directement depuis les fosses nasales, en migrant le long des nerfs olfactifs.



Pénétration des particules dans le corps humain. Encyclopédie de l'environnement

Si ces particules de combustion étaient mesurables dans l'air ambiant depuis de nombreuses années, via le « black carbon », ce n'est que récemment qu'une équipe de chercheurs belges a mis au point une technique permettant de les doser dans les urines. En analysant les urines de plus de 300 enfants, ils ont démontré que plus l'habitat de ces derniers était proche d'un axe routier important, plus les taux de particules ultrafines étaient élevés dans leurs urines.

En effet, en ville les véhicules restent la source principale de ces particules de combustion ultrafines. Une étude récente menée à Strasbourg l'a confirmé, démontrant que le taux de particules ultrafines était bien corrélé au trafic routier. Il en va de même pour le dioxyde d'azote, qui en ville

provient à plus de 70 % du parc routier, notamment du diesel. À l'inverse, les concentrations en PM 2.5 et PM 10 ne présentaient que très peu de corrélation avec la circulation routière.

La circulation des véhicules est aussi à l'origine de l'émission d'autres particules : les particules de freinage et les particules issues de l'usure des pneumatiques. Ces deux catégories représentent une autre source importante de particules dans nos villes. La taille des particules de freinage se situe essentiellement entre 1 µm et 2.5 µm. Elles sont constituées de métaux, notamment d'oxyde de fer et d'oxyde de cuivre, et sont donc de composition différente des particules de combustion. Leur toxicité n'est pas encore totalement élucidée néanmoins ces particules d'oxyde de fer sont suspectées d'entraîner un stress oxydatif – une inflammation – délétère pour le cerveau et les cellules cardiaques.

Les particules issues de l'abrasion des pneus sont des particules de plus grande taille – essentiellement des PM 10 – composées de résidus de caoutchouc et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. Elles sont donc très toxiques de par leur composition, mais leur taille ne leur permet pas de franchir la barrière pulmonaire.

L'agriculture produit aussi des particules fines

L'agriculture constitue l'une des principales sources de particules fines en Europe. Les particules produites sont dites « secondaires », car elles proviennent de la transformation de gaz en particules.

Lors des épandages d'engrais, le gaz ammoniac (NH₃) est libéré dans l'atmosphère. Il va interagir avec d'autres gaz, notamment les oxydes d'azote (NO_x) émis par le trafic routier, aboutissant à la formation de particules secondaires de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium. Ces particules agricoles – dont le diamètre se situe entre 2.5 et 10 µm – sont de par leur composition bien moins toxiques que les particules de combustion, mais représentent une quantité importante de PM_{2.5}, notamment lors des périodes épandages agricoles.

Si elles sont au départ peu toxiques, ces particules ont la particularité de pouvoir, en fonction des conditions météorologiques, voyager sur des centaines de kilomètres. Or, durant ces longs trajets, elles pourront se charger d'autres polluants.

Particules fines d'origine naturelle

Certaines particules fines d'origine naturelle peuvent également parcourir de longues distances et poser des problèmes de santé. C'est par exemple le cas des particules d'origine désertique telles que les poussières provenant du Sahara, dont on a beaucoup parlé ces derniers temps, car elles ont été à l'origine de plusieurs pics de pollution.

Ces poussières désertiques sont composées essentiellement d'éléments minéraux tels que des oxydes de silice, du carbonate de calcium, d'oxydes de fer. Elles sont donc de toxicité moindre comparativement aux particules de combustion. Elles ne sont pas sans danger pour autant : dans les pays africains ou asiatiques, lors de tempêtes de sable, les concentrations en particules sont telles que ces pics de pollution s'accompagnent d'une majoration de la mortalité cardio-respiratoire. Celle-ci est toutefois davantage liée à la densité majeure de l'air en particules qu'à la toxicité intrinsèque de ces particules.

Capables de voyager sur des centaines ou des milliers de kilomètres, ces particules de sable peuvent véhiculer différentes substances telles que des agents radioactifs ou des agents pathogènes infectieux (champignons, bactéries ou virus).

Les façades maritimes sont également régulièrement soumises à des épisodes de pollution aux particules, de taille en général supérieure à 10 μm . Ces particules « maritimes » sont très différentes des autres, car il s'agit essentiellement d'embruns marins, peu toxiques en raison de leur composition (chlorure de sodium, iode). Malheureusement, en raison de la pollution de plus en plus présente de nos mers et océans, ces particules contiennent régulièrement des polluants de type hydrocarbures ou microplastiques.



Les volcans, comme ici le Volcán de Fuego, au Guatemala, sont aussi à l'origine d'émissions de particules fines. Alain Bonnardeaux / Unsplash

Enfin les éruptions volcaniques émettent également des particules fines primaires et secondaires. Les particules primaires sont constituées de minéraux et d'autres composés de la croûte terrestre, tandis que les particules secondaires se constituent à partir des oxydes de soufre : ces gaz sont donc

non seulement toxiques en tant que tels, mais aussi parce qu'il s'agit de précurseurs de particules fines.

Adapter la réglementation, une nécessité

Actuellement, seules les particules PM₁₀ et les PM_{2.5} font l'objet d'une réglementation et d'une obligation de suivi dans l'air ambiant.

Ces mesures sont pertinentes pour le suivi des particules de combustion issues des chauffages au bois (lesquels sont essentiellement émetteurs de particules de combustion de taille 2,5 µm, première source de pollution aux particules dans la vallée de l'Arve, en Haute-Savoie, par exemple), ainsi que pour les particules liées aux épandages agricoles ou aux poussières désertiques.

En revanche, les normes actuelles ne permettent pas de lutter efficacement contre les particules les plus dangereuses que l'on retrouve notamment dans nos villes, à savoir les particules ultrafines. Il est donc important d'en instaurer de nouvelles pour les prendre en compte, comme le demandait dès 2016 un rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.