

Air et atmosphère

Matières particulaires

Messages clés

- Les matières particulaires en suspension dans l'air sont à l'origine de graves problèmes pour la santé humaine, notamment des maladies cardiovasculaires et respiratoires. Elles ont également une incidence sur la végétation et les matériaux de construction, et contribuent à la brume sèche et à mauvaise visibilité. Les matières particulaires et les produits chimiques qui sont leurs précurseurs sont transportés dans l'air et traversent les frontières étatiques, provinciales, nationales et continentales.
- Il existe de nombreuses sources naturelles et anthropiques de matières particulaires, notamment : les rejets directs dans l'air provenant d'équipement lourd, d'incendies, de la combustion de déchets et de la poussière dégagée par les routes non asphaltées, du concassage de pierres et des sites de construction. Les matières particulaires se forment également à partir des produits chimiques précurseurs émis par les véhicules, les centrales électriques et les établissements industriels.
- Dans certaines régions d'Amérique du Nord, les concentrations de matières particulaires dépassent les normes nationales de protection de la santé humaine.
- Depuis 1990, les émissions totales de matières particulaires et de produits chimiques précurseurs ont diminué en Amérique du Nord, mais la tendance en ce qui concerne l'exposition des êtres humains dans les trois pays est mitigée, ce qui témoigne des différences entre les conditions locales et les méthodes de déclaration.

Les matières particulaires constituent un mélange de particules solides et de gouttelettes liquides se trouvant dans l'air. Elles sont composées de sulfates, de nitrates, d'ammoniac, de carbone organique, de carbone noir, de métaux et de poussière du sol.

Enjeu environnemental à l'étude

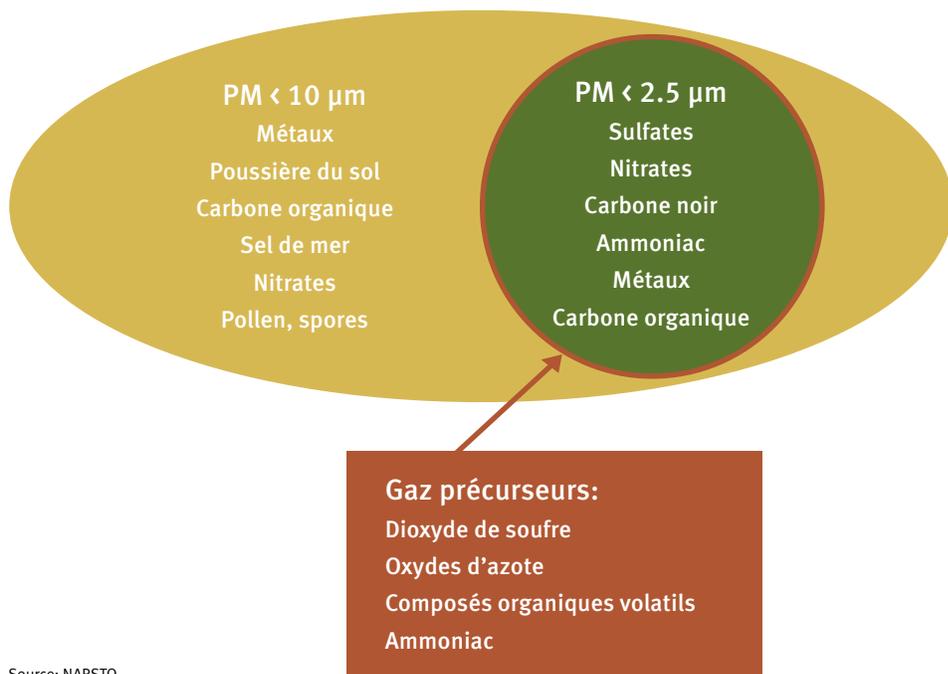
Les matières particulaires sont composées de particules solides et de gouttelettes liquides se trouvant dans l'air. Elles peuvent être assez grosses pour qu'on les voie sous forme de poussière, ou beaucoup plus petites que le diamètre d'un cheveu humain. La masse des particules ambiantes est un mélange complexe qui dépend fortement des caractéristiques des sources.

On classe généralement les matières particulaires en deux catégories, selon leur taille : les $PM_{2,5}$, ou particules « fines », dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 2,5 micromètres (μm), et les PM_{10} , qui incluent les particules fines et les « grosses » particules, dont le diamètre

peut atteindre 10 μm , (environ un septième du diamètre d'un cheveu humain) – voir la figure. Selon leur taille, les particules se comportent différemment dans l'atmosphère. Les plus petites peuvent rester en suspension pendant de longues périodes et parcourir des centaines de kilomètres. Les plus grosses ne restent pas en suspension aussi longtemps, parce qu'elles ont tendance à se déposer plus près de leur point d'origine.

En général, la partie plus grosse des PM_{10} est principalement composée de particules élémentaires directement rejetées dans l'atmosphère lors d'événements naturels (p. ex., des feux de forêt et des éruptions volcaniques) et par les activités humaines (p. ex., l'agriculture, la construction, la poussière provenant des routes

Composition représentative des matières particulaires



Source: NARSTO.

non asphaltées, la combustion de bois résidentiel et les activités industrielles). À l'inverse, les $PM_{2.5}$ sont généralement composées d'une plus forte proportion de particules secondaires. Ces particules se forment dans l'atmosphère lors de réactions chimiques causées par l'émission de précurseurs : oxydes d'azote (NO_x), dioxyde de soufre (SO_2), composés organiques volatils (COV) et ammoniac (NH_3).

Pourquoi cet enjeu est-il important en Amérique du Nord?

Les matières particulaires ont des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Malgré les efforts que déploient les trois pays nord-américains pour réduire leur concentration, celle-ci dépasse toujours les normes nationales de qualité de l'air dans certaines régions.

Effets des matières particulaires

Certaines études révèlent que l'exposition à la pollution causée par les particules en suspension est associée à des milliers de décès en surnombre et à de nombreux problèmes de santé. De nombreuses études ont établi un lien entre la présence de particules et des cas de maladies respiratoires graves, comme l'asthme, la bronchite et l'emphysème, ainsi que diverses formes de maladies cardiovasculaires. Les particules fines ont plus d'effets sur la santé humaine que les grosses particules, parce que les plus petites particules peuvent pénétrer plus profondément les poumons de l'homme, causant ainsi des dommages considérables. Les groupes qui semblent être les plus vulnérables aux effets de ces particules sont les personnes âgées, les personnes souffrant de maladies cardiopulmonaires comme l'asthme ou l'insuffisance cardiaque congestive et les enfants.

Le dépôt de particules nuit également à l'environnement en modifiant les cycles d'apport de nutriments et de produits chimiques dans les sols et les eaux de surface. Par exemple, le dépôt de particules contenant de l'azote et du soufre peut modifier l'équilibre des nutriments et l'acidité des environnements aquatiques, ce qui modifie alors la composition des espèces et la capacité de tamponnage. Certaines particules peuvent corroder la surface des feuilles ou faire interférence avec le métabolisme des plantes. Par ailleurs, les particules endommagent et érodent les matériaux et les édifices, notamment les monuments, statues et autres objets importants d'un point de vue culturel.

En plus de leurs effets sur la santé humaine, les particules fines contribuent largement à la réduction de la visibilité. On observe souvent ce type de brume dans les parcs et les aires de nature sauvage de la région, où la faible visibilité cause une perte de revenus à l'industrie touristique.

Étude de cas – Émissions de diesel à la frontière américano-mexicaine



Les émissions de diesel sont une source d'émissions atmosphériques de matières particulaires et de substances dangereuses. Les industries du transport routier et ferroviaire sont responsables d'une large part des émissions de diesel à la frontière entre le Mexique et les États-Unis. Les autres sources importantes d'émissions de diesel sur les routes sont les autobus scolaires, les camions à ordures et les autobus municipaux. Parmi les moteurs diesel utilisés ailleurs que sur la route, ceux des véhicules de chantier et du matériel agricole sont les plus importantes sources mobiles de PM_{10} et de $PM_{2.5}$.

À mesure que la frontière américano-mexicaine s'ouvrira davantage dans le cadre de l'Accord de libre-échange nord-américain, le transport routier transfrontalier est appelé à augmenter. Les émissions de diesel vont se multiplier si le parc mexicain de camions au diesel demeure composé de véhicules fabriqués avant 1993 — année où les fabricants de moteurs ont commencé à intégrer une technologie visant à réduire les émissions et à améliorer les performances et la consommation.

Parce que les émissions de diesel contribuent de façon importante à la pollution, le Mexique a entrepris une modernisation du parc de véhicules, ainsi que des activités de collaboration, en vue de réduire ces émissions. En janvier 2006, le Mexique a modifié ses normes applicables à l'essence et au diesel. On a prévu un calendrier de mise en application accélérée a été prévu pour la région frontalière, en vue d'offrir, d'ici janvier 2007, un diesel à teneur ultrafaible en soufre.

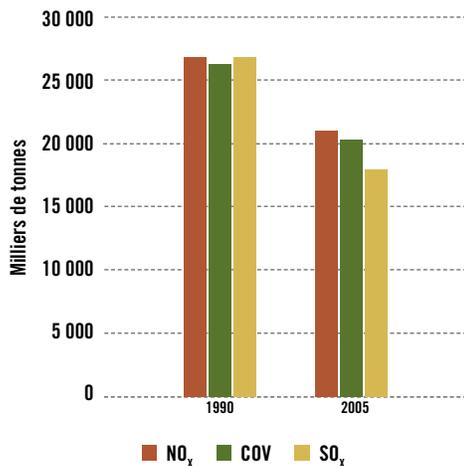
Pendant ce temps-là, les autorités chargées du contrôle de la pollution atmosphérique à San Diego modernisent 60 camions de gros tonnage à moteur diesel qui circulent en provenance de Tijuana, en les dotant de catalyseurs d'oxydation diesel. Ces dispositifs réduisent les PM_{10} de 25 %. De plus, le district scolaire indépendant de Laredo (Texas) est en train de modifier 50 autobus scolaires de sorte qu'ils utilisent un carburant diesel à teneur ultrafaible en soufre, et le district scolaire de Rio Rico (Arizona) a mis en œuvre un projet similaire. Ces deux projets vont réduire l'exposition des écoliers aux particules fines et servir de modèles aux autres districts scolaires, des deux côtés de la frontière.

Réduction des émissions

Entre 1990 et 2005, les émissions atmosphériques directes de particules fines au Canada et aux États-Unis ont baissé d'environ 33 % (voir le graphique). Les sources principales d'émissions de particules fines sont les moteurs diesel, les activités de combustion et les sources industrielles. On ne peut analyser que les émissions de particules au Canada et aux États-Unis pour cette période, parce que les estimations d'émissions de $PM_{2.5}$ au Mexique ne sont disponibles que pour 1999. Cette année-là, les émissions totales de $PM_{2.5}$ du Mexique ont représenté environ 8 % des émissions nord-américaines.

Parce que les matières particulaires se forment également dans l'atmosphère à la suite d'émissions de précurseurs, il est important de comprendre quelles activités humaines sont à l'origine de ces émissions. Les émissions de NO_x sont largement imputables aux centrales à combustibles fossiles aux États-Unis et au Mexique, ainsi qu'au secteur des transports dans les trois pays. Les émissions de SO_2 sont largement imputables aux centrales au charbon aux États-Unis et au Mexique, et aux fonderies au Canada. Les composés organiques volatils sont produits par des sources similaires dans les trois pays (combustibles, solvants et exploitation pétrolière et gazière) mais, au Canada, le chauffage résidentiel au bois contribue largement à ce type d'émissions. L'agriculture est une source courante d'ammoniac dans toute l'Amérique du Nord. En Amérique du Nord, les émissions atmosphériques de précurseurs de matières particulaires ont baissé depuis 1990 (voir le graphique).

Émissions atmosphériques des précurseurs de particules

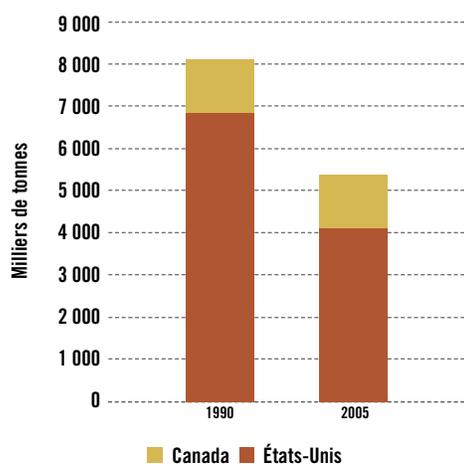


Émissions atmosphériques des substances chimiques agissant comme précurseurs de matières particulaires en Amérique du Nord, 1990 et 2005 (les données les plus récentes du Mexique datent de 2002). Sources : Environnement Canada, Instituto Nacional de Ecología, US Environmental Protection Agency.

Surveillance des tendances en matière de matières particulaires

À l'heure actuelle, on dispose de très nombreuses données sur les matières particulaires, provenant de divers réseaux qui utilisent un certain nombre de techniques de mesure différentes. Par contre, il est difficile de définir des tendances et des modèles pour l'Amérique du Nord, parce que ces ensembles de données ne sont pas uniformes, qu'il n'y a pas assez de stations de surveillance et de technologies de mesure fiables dans certaines régions et qu'on utilise des méthodes différentes pour préparer et présenter

Émissions atmosphériques de PM_{2.5} au Canada et aux États-Unis



Sources : Environnement Canada, US Environmental Protection Agency.

les résultats. Par ailleurs, il est difficile de définir des tendances utiles pour l'Amérique du Nord parce que les conditions varient considérablement d'une région à l'autre. Dans les trois pays, les activités de surveillance en cours révèlent néanmoins que les concentrations ambiantes de matières particulaires dépassent les normes nationales dans certaines régions.

Au Canada, on n'a observé aucune augmentation ou diminution statistiquement significative de l'exposition aux PM_{2.5}, que ce soit à l'échelle nationale ou régionale, durant la période de 2000–2005. Au moins 30 % des Canadiens vivaient alors dans des collectivités où le niveau de PM_{2.5} était supérieur à la norme pancanadienne visée. Les collectivités concernées se trouvaient dans le sud de l'Ontario et du Québec et en Colombie-Britannique.

On ne dispose d'aucune donnée sur les concentrations de PM_{2.5} pour la plupart des villes mexicaines. Toutefois, les concentrations de PM₁₀ ont été mesurées dans diverses régions urbaines. En 2005, la norme de concentration de PM₁₀ a été dépassée pendant 173 jours à Toluca, 163 jours à Monterrey, 51 jours à Guadalajara, 34 jours à Mexico et 11 jours à Puebla. Au cours des dix dernières années, on a observé dans la plupart des villes surveillées une tendance à la baisse du nombre de jours où la norme était dépassée, sauf à Monterrey et Toluca. En 2005, au moins 27 % des Mexicains vivaient dans une municipalité où les concentrations de PM₁₀ dépassaient la norme nationale pendant au moins onze jours par an.

Même si les concentrations de matières particulaires aux États-Unis ont généralement chuté à l'échelle nationale, elles demeurent supérieures aux normes nationales dans des dizaines de régions urbaines. En 2006, près de 14,7 millions de personnes vivaient dans des comtés où la concentration de PM₁₀ dépassait la norme nationale de qualité de l'air, et 66,9 millions de personnes vivaient dans des comtés où la concentration de PM_{2.5} dépassait à la fois les normes annuelles et quotidiennes.

Mouvements transfrontaliers

Il est difficile de réduire les concentrations de matières particulaires afin de respecter les normes de qualité de l'air en Amérique du Nord, car les concentrations de matières particulaires dépendent de la pollution locale, ainsi que des polluants transportés à l'échelle des États et des provinces, et au-delà des frontières nationales. Les matières particulaires peuvent demeurer dans l'atmosphère pendant plusieurs jours, mais aussi pendant quelques semaines, selon leur

taille et la vitesse à laquelle elles sont éliminées de l'atmosphère, par exemple grâce aux précipitations. Ainsi, dans n'importe quelle région, les matières particulaires peuvent se former localement ou provenir de sources situées à des centaines, voire des milliers de kilomètres. La contribution régionale imputable à des sources situées loin des régions urbaines de l'Amérique du Nord peut représenter entre 50 et 75 % de la concentration totale de PM_{2.5} observée dans une région urbaine donnée.

Les mouvements transfrontaliers sont importants dans les régions frontalières que partagent le Canada et les États-Unis. En 2005, les concentrations observées dans les stations du sud de l'Ontario étaient imputables à d'importants apports de matières particulaires en provenance des États-Unis, et, dans le sud du Québec, elles étaient imputables à la pollution provenant à la fois des États-Unis et de l'Ontario. Parallèlement, les PM_{2.5} et les émissions de leurs précurseurs en provenance du Canada ont généré des concentrations élevées de PM_{2.5} dans l'est des États-Unis.

Dans la région frontalière américano-mexicaine, la vallée du Rio Grande est demeurée régulièrement en dessous de la norme annuelle américaine d'émissions de PM₁₀ entre 2001 et 2005, mais quatre autres régions surveillées ont dépassé cette norme (Ambos Nogales, Tijuana/San Diego, Ciudad Juarez/El Paso et Mexicali/Imperial Valley). Durant cette période, la région de Mexicali/Imperial Valley a affiché régulièrement des concentrations de PM₁₀ plus de quatre fois supérieures à la norme américaine.

Périodiquement, les incendies éclatant dans un pays font augmenter la concentration de PM₁₀ dans le pays voisin. Par exemple, durant les mois d'avril et de mai 2003, la qualité de l'air au Texas, en Oklahoma et dans d'autres États s'est détériorée en raison de grandes quantités de matières particulaires d'aérosol transportées dans la fumée des incendies survenus dans la péninsule du Yucatan et dans le sud du Mexique (voir la photo). Les panaches de fumée, qui altéraient considérablement la visibilité et la qualité de l'air dans les régions côtières du golfe du Mexique, étaient suffisamment gros pour créer dans l'atmosphère des couloirs de circulation qui emprisonnaient la fumée et les autres matières particulaires dans la basse atmosphère, détériorant ainsi davantage la qualité de l'air.

La pollution causée par les matières particulaires peut également pénétrer en Amérique du Nord en provenance de l'extérieur de la région. Le transport intercontinental de matières particulaires sous forme de poussière et de sable



Incendies dans la péninsule du Yucatán et le sud du Mexique, 2003. Source : US National Aeronautics and Space Administration.

du désert se produit de l'Afrique et de l'Asie en direction de l'Amérique du Nord. Même si ce transport de poussière en provenance d'Asie et d'Afrique ne contribue pas de façon significative aux concentrations annuelles observées en Amérique du Nord, il peut, à l'occasion, faire augmenter de façon importante la concentration quotidienne. Par exemple, durant l'été de 1997, un panache en provenance d'Afrique du Nord a fait augmenter les concentrations de PM_{10} à certains endroits de la région de Houston (Texas) – jusqu'à 15 à 20 microgrammes par mètre cube en deux jours.

Quels sont les liens avec les autres enjeux environnementaux en Amérique du Nord?

Les matières particulaires ont une incidence sur divers enjeux environnementaux, en particulier l'ozone troposphérique, le changement climatique et la qualité de l'eau.

Ozone troposphérique

Les $PM_{2.5}$ et l'ozone troposphérique sont étroitement liés en raison de précurseurs, de sources et de processus météorologiques communs. En raison de ces liens étroits, l'évolution des émissions d'un polluant donné peut faire changer les concentrations de matières particulaires ou d'ozone troposphérique. Cette observation est particulièrement importante, parce que certaines régions, comme l'est des États-Unis et le sud-est du Canada, enregistrent des concentrations élevées de matières particulaires et d'ozone durant la même saison, tandis que d'autres régions, comme la vallée de San Joaquin, affichent des concentrations élevées de matières particulaires et d'ozone durant des saisons différentes.

Changements climatiques

Toutes les matières particulaires influent sur le changement climatique en dispersant le rayonnement incident et, dans une moindre mesure, le rayonnement sortant. Le carbone noir et d'autres matières particulaires foncées absorbent

l'énergie rayonnante. Les grosses particules et les gouttelettes de nuages formées par la condensation de la vapeur d'eau sur les particules ont également des effets radiatifs. Ces effets peuvent avoir des impacts locaux ou mondiaux sur le changement climatique.

Qualité de l'eau

Les matières particulaires et leurs précurseurs — en particulier le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et l'ammoniac — peuvent être transportés par le vent, pour se déposer par la suite au sol ou dans l'eau. Leur dépôt rend les lacs et les cours d'eau plus acides, modifie l'équilibre des nutriments dans les eaux côtières et les grands bassins fluviaux et favorise l'eutrophisation, appauvrit les nutriments dans le sol, endommage les forêts et les cultures fragiles, et nuit à la diversité des écosystèmes. Les matières particulaires transportent également des composants toxiques comme le mercure, qui peut dégrader la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques. 🦋