

L'air renferme des milliers de composés chimiques organiques et inorganiques naturels et synthétiques, la plupart en concentration très faible. Bon nombre de ces composés seront examinés à fond dans la section sur les produits chimiques et décrits dans le glossaire. Les humains sont exposés à la pollution atmosphérique depuis des temps immémoriaux parce que le feu, une source de pollution de première importance, a été utilisé pratiquement partout dans le passé pour la cuisson et le chauffage. La majorité des polluants atmosphériques sont attribuables à la combustion de combustibles fossiles dans les véhicules à moteur, les usines, les centrales thermiques et les appareils de chauffage des maisons^{1,2}.

Parmi les polluants atmosphériques, on distingue les polluants primaires et les polluants secondaires. Les polluants primaires sont rejetés directement dans l'air par des sources précises, comme l'industrie ou les véhicules à moteur. Certains polluants primaires peuvent être altérés par la lumière du soleil, la chaleur ou d'autres substances chimiques et forment alors des polluants secondaires.

Les polluants de l'air peuvent être sous formes solide (particules et fibres), liquide (gouttelettes) ou gazeuse, ou encore sous forme de vapeur. Les principaux polluants comprennent des particules de matière (PM) et certains gaz. Les oxydes d'azote (ou NO_x) sont un groupe de gaz extrêmement réactifs formés lorsqu'on brûle du combustible à des températures très élevées. Les composés organiques volatils (COV) sont des composés ayant une pression de vapeur élevée et une pression d'eau basse. Il s'agit habituellement de solvants industriels. Les oxydes d'azote et les COV sont des composés organiques qui se transforment en vapeur ou en gaz sans réaction chimique et constituent des gaz précurseurs clés qui réagissent avec d'autres gaz en présence des rayons du soleil pour former l'ozone. L'ozone est un exemple de polluant secondaire et un des principaux éléments du smog qui, à son

tour, est un type important de pollution atmosphérique³.

Les PM proviennent de la combustion de carburant par les automobiles et par les centrales électriques, de la combustion du bois, des procédés industriels et des véhicules à moteur, comme les autobus et les camions⁴. Des particules peuvent aussi être formées dans l'atmosphère lorsque des polluants gazeux de l'air subissent certaines réactions chimiques. Les PM sont de taille microscopique et de composition chimique variée. Des exemples de PM sont les particules d'amiante, de fibre de verre, de silice, les poussières, les métaux lourds (p. ex. mercure et plomb), le pollen, les spores, les bactéries, les champignons, les fibres de coton et d'autres fibres. Plus les particules sont fines, plus grands sont les risques d'atteintes des voies respiratoires chez l'homme, car les particules sont alors plus facilement inhalées et se déposent dans les voies respiratoires. Ainsi, les particules dont le diamètre aérodynamique est supérieur à 10 µm sont filtrées par le nez et le pharynx, tandis que les plus petites peuvent pénétrer plus profondément dans les poumons. L'élimination des particules présentes dans les voies respiratoires supérieures se fait de façon efficace en quelques heures; lorsqu'elles se trouvent au fond des poumons, plusieurs jours, voire des mois, peuvent s'écouler avant qu'elles soient délogées par les macrophages alvéolaires⁵. Les particules d'un diamètre de 2,5 µm ou moins (PM_{2,5}) ont récemment fait l'objet de nombreuses études et méritent d'être examinées de façon particulière étant donné qu'elles présentent aussi des concentrations plus élevées de nitrates, de composés organiques et de métaux de transition⁶. Des travaux récents, encore peu nombreux, ont mis au jour certaines associations, principalement des effets aigus, dans le cas des grosses particules (PM_{2,5-10}). Plus récemment, plusieurs études ont évalué les effets sur la santé associés aux particules ultrafines, lesquelles ont un diamètre aérodynamique moyen inférieur à 0,1 µm. Les particules de matière sont une combinaison des émissions directes

et des réactions qui se produisent dans l'atmosphère; par conséquent, leur composition, contrairement à celle des gaz polluants courants, varie énormément d'une région à l'autre.

Les polluants atmosphériques gazeux les plus étudiés sont l'ozone (O₃), le dioxyde de soufre ou anhydride sulfureux (SO₂), les oxydes d'azote (monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO₂)) et le monoxyde de carbone (CO). Parce que le O₃ et le NO₂ sont moins solubles que les autres gaz irritants, ils peuvent pénétrer plus profondément dans les poumons jusqu'à des endroits où ils causent, respectivement, de l'inflammation et de l'œdème⁵. Les polluants ayant des propriétés cancérogènes comprennent le benzo[a]pyrène, le benzène, le butadiène-1,3, le formaldéhyde, le chloroforme, le chrome, d'autres métaux, les particules, surtout les PM_{2,5}, et possiblement l'ozone^{7,8}.

Pollution de l'air intérieur

Contrairement à la perception courante, au Canada, l'air à l'intérieur des immeubles est souvent plus pollué que l'air extérieur. Toutefois, la pollution atmosphérique extérieure s'infiltré dans les immeubles, par conséquent, ces deux types de pollution ne s'excluent pas mutuellement. Les Canadiens passent près de 90 % de leur temps à l'intérieur⁹, d'habitude dans des immeubles bien isolés et hermétiques, ce qui constitue un environnement favorable à l'accumulation d'agents contaminants à cause de la faible quantité d'échanges d'air avec l'extérieur. Les composés organiques volatils (COV), par exemple, sont présents à des concentrations plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur¹⁰. La pollution de l'air intérieur est un problème plus critique pour les nourrissons et les personnes âgées, puisqu'ils passent en moyenne plus de temps à l'intérieur et sont habituellement plus susceptibles aux effets nocifs d'une exposition environnementale. Ces personnes pourraient aussi être plus susceptibles aux effets de la pollution de l'air, étant donné qu'elles

risquent davantage d'être atteintes d'une maladie préexistante; de plus, le système immunitaire et les poumons des enfants n'ont pas encore atteint leur plein développement.

La fumée de tabac ambiante (FTA) a toujours été la principale source de pollution de l'air intérieur, et elle a un effet nocif autant sur la santé des fumeurs que sur celle des non-fumeurs¹¹. La fumée de cigarette contient plus de quatre mille composés chimiques (incluant des métaux lourds comme le plomb et le cadmium, des pesticides et des engrais) qui sont absorbés par les plants de tabac à partir du sol¹². La nicotine et environ la moitié des autres composés chimiques contenus dans la fumée du tabac sont naturellement présents dans les feuilles vertes du tabac. Les autres substances sont produites par des réactions chimiques lorsque le tabac est séché et brûlé. On sait qu'au moins une quarantaine de composés présents dans la fumée du tabac causent ou favorisent le cancer¹⁰. Les personnes exposées à la FTA inhalent du goudron, du monoxyde de carbone, de la nicotine, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et d'autres composés dangereux¹³.

Des contaminants biologiques de l'air extérieur, notamment des champignons, des poussières et des produits de combustion, constituent aussi des composantes importantes de la pollution de l'air intérieur¹⁴. Il a été démontré que le radon augmente le risque de cancer du poumon; ce gaz radioactif d'origine naturelle est examiné dans la section du présent ouvrage qui porte sur le rayonnement. Il a été établi que le radon est la deuxième principale cause du cancer du poumon, après le tabagisme¹⁵.

Pollution atmosphérique extérieure

Comme nous l'avons mentionné plus haut, dans la plupart des régions, les émissions des véhicules automobiles représentent la source la plus importante de pollution atmosphérique, souvent apparente sous forme de smog¹⁰. D'autres sources importantes de pollution sont les procédés industriels et la combustion de combustibles fossiles pour produire l'électricité. Le smog

est un mélange d'ozone troposphérique, de particules, d'aérosols acides, d'oxydes de soufre et de composés sulfatés associés, d'oxydes d'azote, de COV et de monoxyde de carbone. Le NO₂, un gaz irritant de couleur brun foncé qui donne au smog sa couleur caractéristique brun jaunâtre, a été associé, en tant qu'indicateur de la pollution atmosphérique reliée à la circulation automobile, à une augmentation modeste du risque de cancer du poumon¹⁶⁻¹⁸.

Il existe deux types de smog : le smog photochimique et le smog sulfureux. Le smog photochimique est le type de pollution produite par l'action du soleil sur les émissions des véhicules automobiles. Les niveaux d'ozone, indice de ce type de pollution, sont plus élevés pendant l'été et atteignent leur maximum entre 12 h et 18 h. Les concentrations d'ozone troposphérique dépassent parfois les normes actuelles de qualité de l'air dans certaines régions du Canada, comme le corridor Windsor-Québec, la vallée du bas Fraser en Colombie-Britannique et la région atlantique sud¹⁰.

Le smog sulfureux, constitué principalement de SO₂, provient de la combustion des combustibles fossiles contenant du soufre comme le charbon et le pétrole. Les principales sources de pollution de l'air extérieur sont les centrales électriques, les fonderies et les raffineries de pétrole (ces trois sources représentant > 80 % de la pollution totale). Les épisodes de smog sulfureux sont plus fréquents l'hiver, probablement à cause des besoins plus grands en chauffage, des inversions atmosphériques associées à la formation de brouillard et des concentrations plus élevées de polluants primaires tels que le SO₂ et la suie⁵.

La combustion des combustibles fossiles est aussi la principale source des pluies acides et des gaz à effet de serre. Le SO₂ rejeté dans la haute atmosphère par les cheminées interagit avec l'eau, le soleil et les ions chimiques pour former une variété de particules acides, les sulfates, qui sont une composante importante de l'ensemble des PM et jouent un rôle dans la genèse des pluies acides¹⁹. Le gaz carbonique, le méthane et les chlorofluorocarbones (autres

sous-produits importants de la combustion des combustibles fossiles) renvoient vers la terre les rayons infrarouges qui, normalement, devraient s'échapper dans l'atmosphère et retourner dans l'espace⁵.

Certains facteurs, comme la densité de la population, le taux d'industrialisation, les normes locales d'émission, les saisons, les conditions climatiques et météorologiques, influent sur les concentrations des différents contaminants de l'air extérieur¹⁰. Les polluants atmosphériques sont transportés par les vents et peuvent atteindre des régions situées à des milliers de kilomètres des centres urbains et industriels, comme l'Arctique.

Les prochains chapitres traitent de la fumée de tabac ambiante (la plus importante source de PM_{2,5} à l'intérieur)¹¹ et de la pollution atmosphérique extérieure. Le chapitre sur la pollution atmosphérique extérieure souligne certaines des difficultés de caractérisation de l'exposition et examine la relation entre la pollution de l'air extérieur et le cancer.

Références

1. Godish T. Air Quality. 4th ed. Boca Raton, Florida: CRC Press LLC; 2004.
2. Comité Canada – États-Unis de la qualité de l'air. Accord Canada – États-Unis sur la qualité de l'air : Rapport d'étape 2004. Ottawa : Environnement Canada; 2004. N° de cat. En40-388/2004F.
3. Santé Canada et Environnement Canada. Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant sur l'ozone troposphérique. Rapport d'évaluation scientifique. 1999. ISBN 0-662-28042-3. N° de catalogue : En42-17/7-2-1999F. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/naaqo-onqaa/ground_level_ozone_tropospherique/summary-sommaire/index-fra.php
4. Santé Canada – Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant quant aux matières particulaires – Partie 1 Rapport d'évaluation scientifique. Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 1999. ISBN 0-662-26715-X Cat

- H46-2/98-220-1E. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/naaqo-onqaa/particulate_matter_materies_particulaires/summary-sommaire/index-fra.php
5. Brooks S, Gochfeld M, Herzstein J, et al. Environmental medicine. St. Louis, Missouri: Mosby Year Book Inc.; 1995.
 6. Pritchard RJ, Ghio AJ, Lehmann JR, Winsett DW, Tepper JS, Park P. Oxidant generation and lung injury after particulate air pollutant exposure increase with the concentrations of associated metals. *Inhal Toxicol* 1996;8:457-77.
 7. Cohen AJ, Pope CA. Lung cancer and air pollution. *Environ Health Perspect*, 1995;103 (Suppl 8):219-24.
 8. Shy CM. Air pollution. In: Schottenfeld D, Fraumeni JF, editors. *Cancer Epidemiology and Prevention*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1996. 407-417.
 9. Leech JA, Wilby K, McMullen E, Laporte K. Enquête sur les profils d'activité humaine au Canada : Description de la méthodologie et de la population étudiée. *Maladies chroniques au Canada*. 1996;17(3-4):118-23. http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/cdic-mcc/17-3/d_f.html
 10. Santé Canada. La santé et l'environnement – Partenaires pour la vie, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 1997. Cat.: H49-112/1997F.
 11. Santé Canada. Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences, Direction de l'hygiène du milieu, Direction générale de la protection de la santé, Ottawa, avril 1987, Cat. H46-2/90-156F.
 12. U.S. Department of Health and Human Services (2005). Report on Carcinogens. 11th Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Toxicology Program. <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/toc11.html>.
 13. National Cancer Institute. Smoking and Tobacco Control Monograph 10: Health Effects of Exposure to Environmental Tobacco Smoke. Bethesda, MD;1999. <http://cancercontrol.cancer.gov/tcrb/monographs/10/index.html>.
 14. Comité de rédaction. Les maladies respiratoires au Canada, Santé Canada, Ottawa, Canada, 2001, Catalogue H35-593/2001F.
 15. <http://www.surgeongeneral.gov/pressreleases/sg01132005.html>
 16. Nyberg F, Gustavsson P, Jarup L et al. Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology* 2000;11(5):487-495.
 17. Vineis P, Hoek G, Krzyzanowski M, Vignataglianti F, Veglia F, Airoidi L, Overvad K, Raaschou-Nielsen O, Clavel-Chapelon F, Linseisen J, Boeing H, Trichopoulou A, Palli D, Krogh V, Tumino R, Panico S, Bueno-De-Mesquita HB, Peeters PH, Lund E E, Agudo A, Martinez C, Dorronsoro M, Barricarte A, Cirera L, Quiros JR, Berglund G, Manjer J, Forsberg B, Day NE, Key TJ, Kaaks R, Saracci R, Riboli E. Lung cancers attributable to environmental tobacco smoke and air pollution in non-smokers in different European countries: a prospective study. *Environ Health*. 2007 Feb 15;6:7.
 18. Filleul L, Rondeau V, Vandentorren S et al. Twenty five year mortality and air pollution: results from the French PAARC survey. *Occup Environ Med* 2005 Jul;62(7):453-60.
 19. Derwent RG and Malcolm AL. Photochemical Generation of Secondary Particles in the United Kingdom. In: Brown LM, Collings N, Harrison RM, Maynard AD, Maynard RL, editors. *Ultrafine Particles in the Atmosphere*. London: Imperial College Press; 2003. 103-22.