

Les micropolluants dans l'air

> Catherine BLIN
avec la collaboration d'Isabelle HIGUET, Paul PETIT et Vincent BRAHY

Les micropolluants atmosphériques sont des substances toxiques présentes dans l'air ambiant, généralement en très faibles concentrations (de l'ordre du microgramme ou du nanogramme par m³). Ils regroupent une multitude de composés (éléments traces métalliques - ETM -, composés organiques volatils - COV -, hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP -, polluants organiques persistants - POP -...) présentant des modes de formation et des propriétés chimiques fort variées. Les impacts de ces micropolluants sur la santé humaine et les écosystèmes naturels sont aussi fort variables, car ils ne dépendent pas uniquement de leur niveau de concentration dans l'air, mais aussi d'autres facteurs, comme leur mode de pénétration dans les organismes ou leur capacité à s'accumuler le long de la chaîne alimentaire. Il est impossible de quantifier les émissions et les niveaux de concentration de tous les micropolluants présents dans l'environnement. Dès lors, l'analyse effectuée ci-après se contentera d'aborder un nombre restreint de substances, jugées problématiques, et faisant actuellement l'objet d'un suivi en Région wallonne.

Les micropolluants présents dans l'air sont essentiellement des éléments traces métalliques (parfois appelés «métaux lourds» ou «métaux toxiques») et des composés organiques. Parmi les centaines de milliers de substances présentes naturellement ou produites par les activités humaines, certaines s'avèrent particulièrement toxiques. Ce sont ces micropolluants que les instances internationales et européennes réglementent en priorité. Il ne faut cependant pas perdre de vue que pour la plupart des produits de synthèse actuels, très peu d'information sont disponibles sur leur toxicité éventuelle, à court et long termes.

LES ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM)

Cette catégorie de micropolluants regroupe des métaux lourds, c'est-à-dire des éléments métalliques dont la masse volumique est supérieure à 4,5 g/cm³ (plomb, mercure, cadmium, zinc, cuivre, chrome, nickel...), et des métalloïdes (comme l'arsenic ou le sélénium) présentant sous certaines formes⁽¹⁾ et à certaines concentrations, un caractère toxique pour l'environnement ou la santé humaine⁽²⁾.

Les ETM sont présents naturellement dans l'environnement (air, eau, sols), en quantités généralement très faibles. Certaines activités humaines peuvent constituer une source d'émissions importante, principalement lorsqu'elles font appel à des processus de combustion (charbon, pétrole et déchets) et à des procédés industriels particuliers (chimie,

sidérurgie, industries de transformation des métaux non ferreux...).

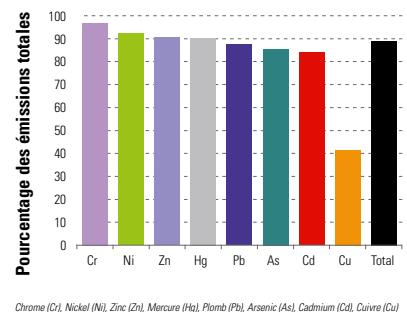
Les ETM atmosphériques se présentent principalement sous la forme de particules solides, comme éléments constitutifs des particules en suspension (PM_{2,5}) [voir AIR 5], à l'exception du mercure qui se trouve principalement à l'état gazeux. Si une certaine quantité des métaux lourds émis dans l'atmosphère retombe près de la source d'émissions, une partie des émissions peut être transportée sur de longues distances par les vents et les courants aériens. C'est la raison pour laquelle certains ETM font l'objet de Conventions et de Protocoles internationaux relatifs à la pollution transfrontière.

Les émissions anthropiques d'ETM sont essentiellement d'origine industrielle

Le tissu industriel wallon, historiquement associé à la sidérurgie, à l'extraction et à la transformation de métaux ferreux et non ferreux explique que le secteur industriel a été la principale source d'émission d'ETM⁽³⁾ en Région wallonne [voir ENTR]. C'est encore le cas à l'heure actuelle : en 2004, les émissions du secteur industriel représentaient environ 90 % des émissions totales d'éléments traces métalliques en Région wallonne, tous ETM confondus. On notera néanmoins que les transports routiers sont responsables d'environ la moitié (54 %) des émissions de cuivre dans l'atmosphère, essentiellement à cause de l'usure des plaquettes de frein des véhicules.

[> Fig AIR 6-1]

FIG AIR 6-1 Contribution du secteur industriel aux émissions d'éléments traces métalliques (ETM) en Région wallonne (année 2004)



Chrome (Cr), Nickel (Ni), Zinc (Zn), Mercure (Hg), Plomb (Pb), Arsenic (As), Cadmium (Cd), Cuivre (Cu)

Source : MRW-DGRNE-DPA (Cellule Air)

Le secteur industriel a fortement réduit ses émissions atmosphériques d'ETM entre 1990 et 2004. Ces réductions sont en général de 50 à 60 %, à l'exception :

- du Cr pour lequel la réduction des émissions est de 17 % ;
- du Zn pour lequel les émissions ont augmenté de 75 %, en raison principalement de l'augmentation de la production d'acier dans des fours électriques [voir ENTR].

Les émissions atmosphériques d'ETM en Région wallonne (tous secteurs confondus) ont diminué de 46 % depuis 1990. La diminution la plus spectaculaire concerne les émissions de Pb, qui ont été divisées par 8 entre 1990 et 2004, suite à la généralisation de l'essence sans plomb dans le secteur des transports. Les émissions de Pb d'origine industrielle (surtout issues de

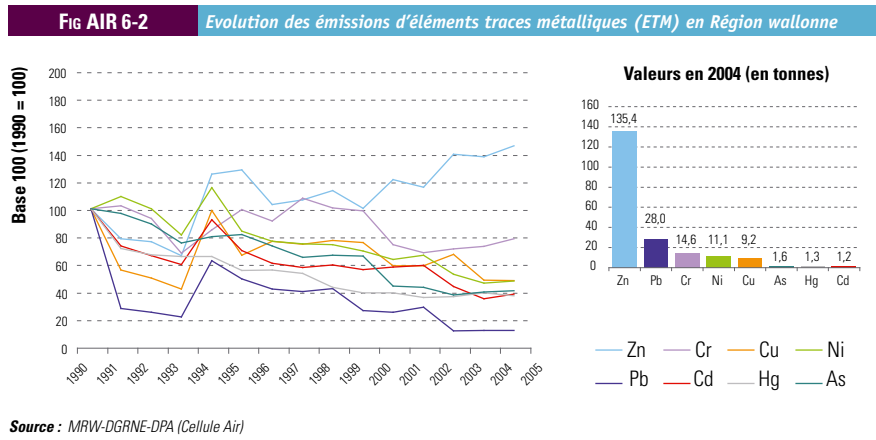
la métallurgie) sont également en diminution (- 64 %), suite à une baisse de l'activité et à la mise en place de systèmes de dépoussiérage des fumées. Malgré cela, l'industrie demeure aujourd'hui la principale source d'émissions atmosphériques de Pb en Région wallonne. [↪ Fig AIR 6-2]

De manière générale, la réduction des émissions atmosphériques d'ETM s'explique par un meilleur contrôle des installations de production, l'installation de systèmes de dépoussiérage des fumées (industries et incinérateurs de déchets), l'abandon de certains procédés industriels et la fermeture d'installations sidérurgiques. Elle est également due à une diminution de l'utilisation du charbon (qui contient de nombreux ETM), au profit du gaz naturel, que ce soit pour le chauffage domestique ou la production d'énergie au niveau industriel [voir DEC 3 et ENER 3]. [↪ Fig AIR 6-2]

Les concentrations en ETM dans l'air ambiant sont à la baisse

Etant donné la présence d'usines fortement émettrices d'ETM toxiques sur son territoire et l'implantation de bon nombre d'entre elles en zones d'habitat, la Région wallonne a mis en place depuis longtemps des réseaux de surveillance de la qualité de l'air⁽⁴⁾ autour de ces installations :

- Le réseau «Métaux lourds», initialement destiné à mesurer les concentrations en Pb dans l'air ambiant, a évolué depuis et mesure actuellement, dans plus d'une vingtaine de stations, les concentrations de 18 composés (ETM et éléments traceurs) dans les particules en suspension⁽⁵⁾ ;
- Le réseau «Poussières sédimentables» mesure pour sa part les quantités de métaux lourds présents dans les particules les plus lourdes, retombant à proximité de leur lieu d'émission. Ces dépôts sont importants à surveiller, notamment à cause des risques d'introduction des polluants concernés dans l'alimentation humaine, via la consommation de végétaux cultivés ou d'animaux élevés dans les zones à risque.



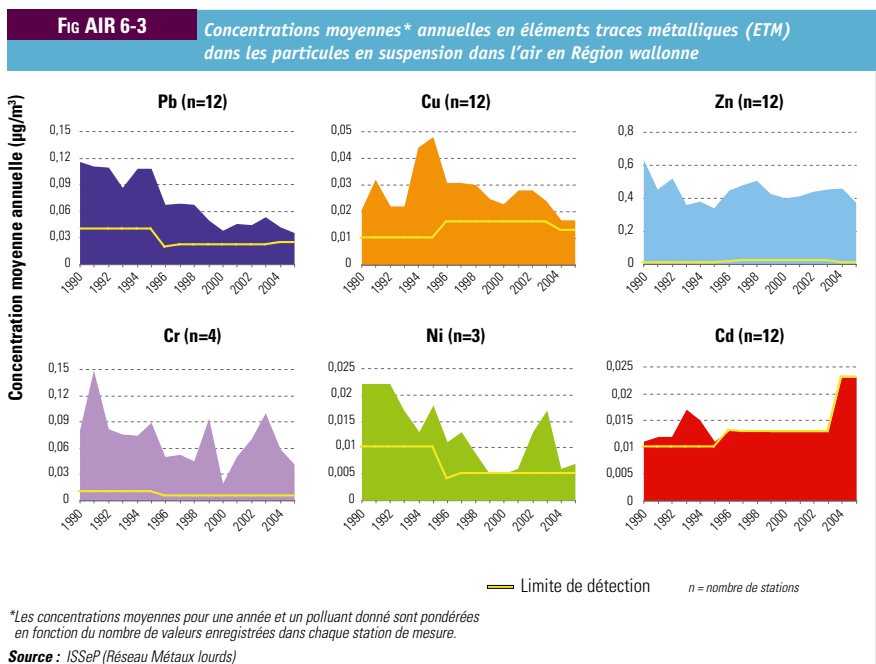
Source : MRW-DGRNE-DPA (Cellule Air)

Les concentrations moyennes annuelles en ETM dans les particules en suspension dans l'air sont en général orientées à la baisse depuis 1990. Cela n'exclut pas la présence de pics de concentrations certaines années, pour certains polluants et dans certaines stations de mesure. [↪ Fig AIR 6-3] [↪ Fig AIR 6-4]

- La forte diminution des concentrations en plomb (Pb) dans l'air ambiant entre 1990 et 2005 (de 54 à 88 % selon la station de mesure) est une conséquence directe de la réduction des émissions atmosphériques de Pb. Les 18 stations de mesure installées sur le territoire wallon enregistrent toutes des concentrations moyennes annuelles largement inférieures au seuil de protection de la santé recommandé par l'OMS (soit

0,5 µg/m³) et fixé par la directive européenne 1999/30/CE⁽⁶⁾. Les concentrations en Pb les plus élevées sont enregistrées à Ath, dans une station de mesure à caractère industriel. En 2005, la concentration moyenne mesurée dans cette station atteignait 0,234 µg/m³, c'est-à-dire environ deux fois moins que la norme pour la protection de la santé.

- Les concentrations en cuivre (Cu) dans l'air ambiant sont généralement faibles, voire en dessous des limites de détection des appareils de mesure (soit 13 ng/m³) dans la plupart des stations rurales. En 2005, deux stations industrielles (Sclaigneaux, située à proximité d'une unité de production de composés du cuivre et Liège-Ile Monsin, à



fort caractère industriel et fortement polluée par les métaux lourds) enregistraient des concentrations plus élevées (environ 60 ng/m³), mais en nette diminution par rapport aux années précédentes⁽⁷⁾.

■ Les concentrations en zinc (Zn) dans l'air ambiant sont plus élevées que celles des autres ETM, mais aussi très variables en fonction de la localisation de la station de mesure. En 2005, la concentration moyenne annuelle variait entre 1,18 à 1,88 µg/m³ à Engis, Angleur (stations de mesure situées à proximité d'usines traitant du zinc) et Dampremy (aciéries à fours électriques). Ailleurs, les concentrations enregistrées sont toutes inférieures à 0,54 µg/m³ et en général 10 fois moins élevées en zones rurales. A l'heure actuelle, les concentrations en Cu et en Zn mesurées dans l'air ne posent pas de problème particulier en Région wallonne.

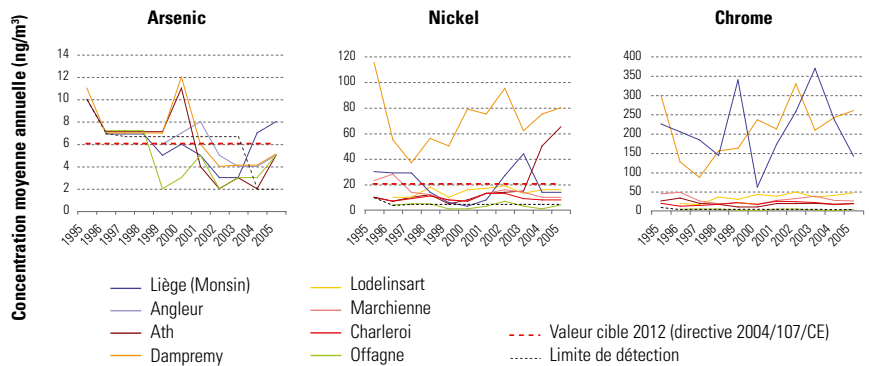
■ Les concentrations en chrome (Cr) dans les particules en suspension sont mesurées actuellement dans 10 stations en Région wallonne. Celles-ci sont généralement implantées dans des environnements qui subissent l'influence d'industries métallurgiques. En zone rurale, les concentrations sont en général inférieures à la limite de détection des appareils de mesure (soit 5 ng/m³). Elles sont par contre beaucoup plus élevées en zone industrielle, en particulier à Dampremy et à Liège-Ile Monsin, où des pics épisodiques de pollution peuvent être enregistrés (valeurs maximales de 3 200 et 8 000 ng/m³ en 2005) [↘ Fig AIR 6-4]. Toutefois, il faut souligner que les méthodes de mesure actuellement utilisées ne permettent pas de faire la distinction entre les différentes formes de Cr présentes dans l'air ambiant :

- en tant que métal élémentaire, le Cr est stable et non toxique ;
- sous sa forme trivalente Cr³⁺, il est indispensable à la vie (production d'énergie) ;
- par contre, sous forme de Cr hexavalent (Cr⁶⁺), il est toxique et cancérigène.

C'est pourquoi il est difficile actuellement de fixer des critères de qualité concernant le Cr dans l'air ambiant. Néanmoins, étant donné que le Cr⁶⁺ est hautement cancérigène, l'OMS

Fig AIR 6-4

Concentrations moyennes annuelles en chrome, nickel et arsenic dans les particules en suspension dans l'air en Région wallonne



Source : ISSeP (Réseau Métaux lourds)

préconise une valeur guide à respecter qui soit la plus proche possible de zéro (voir sous-article).

■ Le nickel (Ni) est suivi actuellement dans 12 stations de mesure de la qualité de l'air en Région wallonne. Les concentrations mesurées varient selon le type de stations : elles sont en général très faibles, voire inférieures à la limite de détection des appareils de mesure (soit 5 ng/m³) dans les stations rurales et dans certaines stations urbaines. Elles sont par contre beaucoup plus élevées dans 2 stations industrielles (Dampremy et Ath) situées à proximité d'installations sidérurgiques ou de transformation de métaux⁽⁸⁾. Les concentrations moyennes annuelles dans ces deux stations sont trois à quatre fois plus élevées que la valeur cible de 20 ng/m³ fixée par la directive 2004/107/CE⁽⁹⁾ (à respecter à partir du 21/12/2012). Étant donné que le Ni est un ETM cancérigène, l'OMS préconise, comme pour toutes les autres substances cancérigènes, une valeur guide qui soit la plus proche possible de zéro. En première approximation, seules les stations présentant des concentrations inférieures aux limites de détection se rapprochent de cet objectif. [↘ Fig AIR 6-4]

■ L'arsenic (As) est suivi actuellement dans 5 stations de mesure en Région wallonne. En 2005, les concentrations moyennes enregistrées dans l'air ambiant étaient faibles, variant de 5 à 8 ng/m³. La directive 2004/107/CE fixe une valeur cible de 6 ng/m³ (en moyenne sur 1 an) à ne pas dépasser à partir du 21/12/2012. Cette valeur

cible a été respectée partout en 2005, sauf à Liège-Ile Monsin, où les concentrations sont en augmentation depuis 2003. Étant donné que l'As est une substance cancérigène⁽¹⁰⁾, l'OMS préconise de tendre vers une valeur guide qui soit la plus proche possible de zéro. En 2005, aucune des stations, même la station rurale d'Offagne, ne respectait ce critère.

[↘ Fig AIR 6-4]

■ Le cadmium (Cd) est suivi dans toutes les stations du réseau « Métaux lourds ». Les concentrations moyennes annuelles sont très faibles, le plus souvent inférieures à la limite de détection des appareils de mesure (soit 23 ng/m³). Cependant, trois stations industrielles (Sclaigneaux, Ath et Dampremy) enregistrent épisodiquement des valeurs supérieures à la limite de détection. La directive 2004/107/CE fixe une valeur cible de 5 ng/m³ (en moyenne sur 1 an) à ne pas dépasser à partir du 21/12/2012. Il s'agit également de la valeur guide recommandée par l'OMS. Toutefois, comme la limite de détection des méthodes de mesure utilisées actuellement en Région wallonne est supérieure à cette valeur cible, il est impossible de comparer les concentrations de Cd dans l'air ambiant à la norme européenne⁽¹¹⁾. [↘ Fig AIR 6-3]

■ Le mercure (Hg)⁽¹²⁾ est principalement émis dans l'atmosphère à l'état gazeux et n'adhère pas aux fines particules en suspension, contrairement aux autres ETM. Actuellement, il n'y a pas de mesure des concentrations en Hg gazeux dans l'air ambiant en Région

wallonne. La directive 2004/107/CE rendra toutefois ce suivi obligatoire dans un avenir proche. L'ISSeP s'y prépare en mettant notamment au point les techniques de prélèvement et d'analyse nécessaires.

Surveiller les ETM qui retombent sur les sols

Les ETM se déposent sur les sols sous la forme de poussières sédimentables, généralement à quelques centaines de mètres, voire à quelques kilomètres, de leurs lieux d'émission (zones industrielles, axes routiers, voies de chemin de fer...). C'est la raison pour laquelle les stations du réseau de mesure des poussières sédimentables (141 jauges) ont été implantées essentiellement le long du sillon Sambre-et-Meuse, à proximité d'industries fortement émettrices. L'objectif n'est pas de surveiller les retombées en ETM sur l'ensemble du territoire wallon, mais uniquement autour des sites émetteurs.

Etant donné le caractère local de ce type de pollution, chaque groupe industriel doit faire l'objet d'une analyse particulière, en tenant compte notamment de la nature des rejets, de la distance par rapport à la source et des conditions climatiques. Il est donc difficile d'interpréter les résultats de manière globale. Remarquons néanmoins que :

- les quantités moyennes annuelles de poussières sédimentables sont plus importantes au voisinage d'industries extractives (carrières, fours à chaux...) qu'au voisinage d'industries chimiques, sidérurgiques ou d'incinération [voir RES MIN 1] ;

- en moyenne annuelle, les quantités déposées de poussières sédimentables et de métaux lourds sont inférieures aux valeurs guides (voir ci-après), sauf pour le Ni en 2004 et 2005 ;
- les dépôts les plus importants dépassent parfois de manière conséquente les valeurs guides. C'est le cas pour le Cd (entreprises chimiques, industries du traitement du Cu et du Zn, sidérurgie...), le Pb (industrie chimique, fonderies...) et le Ni (industrie chimique, sidérurgie...) ;
- les dépôts en ETM à proximité des infrastructures industrielles les plus polluantes ont légèrement diminué en 2005, après une hausse généralisée en 2003 et 2004, à l'exception du Pb et du Zn. Il conviendra de surveiller si cette tendance se poursuit à l'avenir, et d'appliquer si nécessaire des mesures de réduction en conséquence.

[> Fig AIR 6-5]

Lorsque les quantités déposées de poussières sédimentables (et d'ETM associés) diminuent à proximité de certaines entreprises, c'est essentiellement grâce à une réduction des émissions à la source, liée notamment au développement de nouvelles technologies (systèmes de filtration plus performants, nouveaux procédés industriels...).

Actuellement, il n'existe pas de réglementation européenne imposant des valeurs limites pour les retombées atmosphériques en ETM. A titre indicatif, il est possible de comparer les valeurs des dépôts observés en Région wallonne avec les normes en vigueur en Allemagne⁽¹³⁾. Celles-ci ne sont toutefois pas

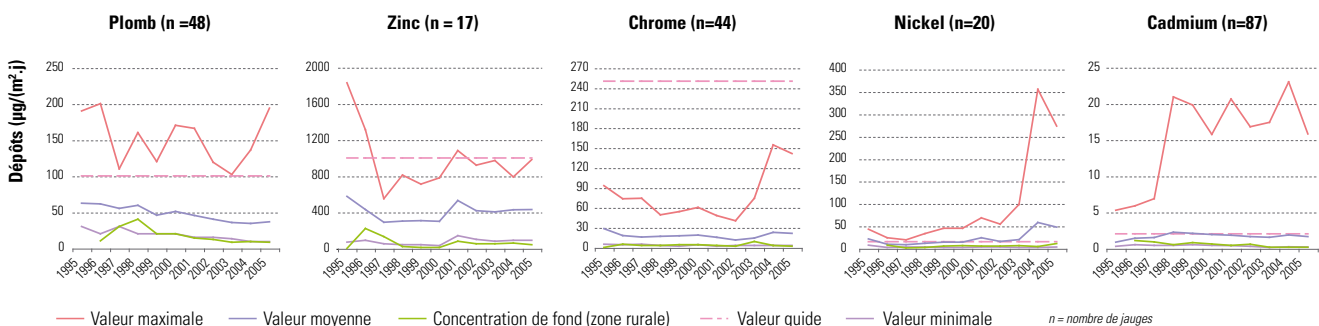
transposables directement, puisque l'impact des retombées dépend notamment de la nature des sols et du type de végétation. Des études complémentaires s'avèrent donc nécessaires pour évaluer les impacts des retombées en ETM (et des autres micropolluants atmosphériques) sur les sols et la santé humaine, via la chaîne alimentaire. Il faudra tenir compte en particulier de l'accumulation de ces substances dans les sols et de la protection des eaux de surface. La directive européenne 2004/107/CE reconnaît d'ailleurs qu'il s'agit d'un champ de recherches à approfondir.

LES COMPOSÉS ORGANIQUES

Il existe plusieurs milliers, voire des dizaines de milliers de micropolluants organiques dans l'environnement. Certains sont d'origine naturelle (composés aromatiques émis par les végétaux, p.ex.), d'autres sont le résultat de différentes activités humaines (industries chimiques, transports...). En fonction de la structure des molécules, et du type d'atomes qui les constituent (C, H, F, Cl, Br...), les composés organiques sont regroupés en différentes familles de composés présentant des propriétés similaires (alcane, alcène, hydrocarbures aromatiques, hydrocarbures halogénés...).

Les composés organiques volatils (COV) regroupent une multitude de substances⁽¹⁴⁾ dont la caractéristique commune est d'être présent à l'état gazeux dans l'atmosphère. Les effets des COV sur la santé humaine et sur l'environnement sont très variables selon la nature et la concentration du polluant envisagé [voir SANTE 2].

Fig AIR 6-5 Dépôts de plomb, zinc, chrome, nickel et cadmium sous forme de poussières sédimentables à proximité d'infrastructures industrielles en Région wallonne



Source : ISSeP (Réseau Poussières Sédimentables)

Actuellement, les micropolluants organiques considérés comme les plus préoccupants sont :

- le benzène, qui est un composé aromatique monocyclique cancérigène [voir SANTE 2] ;
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), qui sont produits lors des phénomènes de combustion incomplètes, et dont certains, comme le benzo(a)pyrène, sont reconnus comme hautement cancérigènes [voir SANTE 2] ;
- les polluants organiques persistants (POP) qui, comme leur nom l'indique, sont extrêmement stables et persistants dans l'environnement.

Un certain nombre de COV, d'origine naturelle ou anthropique, participent aussi à la formation d'ozone troposphérique [voir AIR 4].

Le trafic routier comme principale source de benzène dans l'air ambiant

Le benzène est présent naturellement dans le pétrole brut et dans les produits liquides extraits du gaz naturel. Il est rejeté dans l'atmosphère lors de la combustion des produits pétroliers, ainsi que par évaporation lors des opérations de stockage, de transvasement ou de manutention de ces produits. Il se forme également lorsque la combustion des carburants ou du bois est incomplète. Il s'agit également d'un composé intermédiaire, fréquemment utilisé pour fabriquer de nombreux produits (mousses, solvants, pesticides, détergents...).

Les inventaires d'émissions de benzène sont encore peu précis et faiblement harmonisés au sein de l'Union européenne. De ce fait, il est difficile de faire des comparaisons entre pays et de présenter une évolution temporelle de ces émissions en Région wallonne. Une première estimation de la répartition des émissions de benzène par secteur d'activité au niveau européen (UE 15) est présentée au Tableau AIR 6-1.

Le trafic routier apparaît comme la principale source de benzène : les concentrations les plus importantes sont en effet mesurées en milieu urbain, dans des zones où le trafic automobile est particulièrement dense. Les niveaux de concentrations peuvent aussi être importants dans certaines zones industrielles, comportant

Secteur	Pourcentage
Trafic routier	80-85 %
Distribution de carburants	2,6-6 %
Industrie chimique	1,3-3 %
Chauffage domestique	3-7 %
Utilisation de solvants	1-4 %
Raffinage du pétrole	0,3-1,5 %

Source : Commission européenne (Air Quality Report of the Auto-Oil Programme – données de 1990, repris dans le «Benzene Position Paper», septembre 1998)

des entreprises fortement émettrices (comme des raffineries ou des cokeries, p.ex.).

Les inventaires établis récemment par certains Etats membres confirment les contributions de ces secteurs aux émissions, avec toutefois, pour quelques pays (France, Suède et Autriche), une contribution beaucoup plus importante du secteur domestique. Ceci s'explique principalement par la part importante des émissions liées à la combustion du bois qui, dans ces pays, pourrait représenter plus de la moitié des émissions totales de benzène.

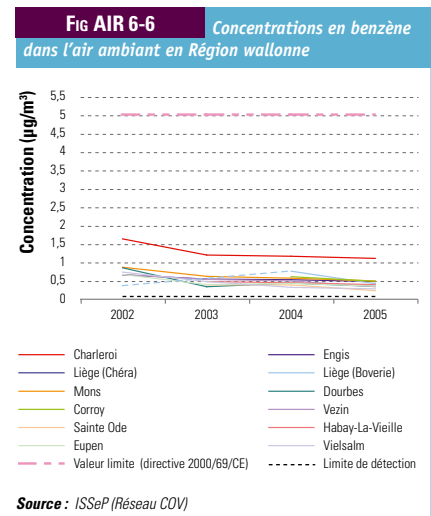
Les mesures mises en oeuvre au niveau européen, ces quinze dernières années, dans le secteur des transports routiers (récupération des vapeurs dans les stations-service, limitation de la teneur en benzène dans l'essence, généralisation du pot catalytique...) ont permis de réduire les émissions atmosphériques de benzène dans de nombreux pays européens⁽¹⁵⁾, y compris probablement en Région wallonne, où les inventaires d'émission font toutefois défaut.

Les concentrations en benzène respectent les normes européennes

Les mesures de concentrations en benzène dans l'air ambiant sont récentes en Région wallonne. Elles sont effectuées dans 11 stations du réseau téléométrique depuis fin 2001 et dans 2 autres stations depuis fin 2005⁽¹⁶⁾. Des stations supplémentaires viendront prochainement compléter le réseau existant.

Les concentrations moyennes annuelles en benzène sont plus élevées en zone urbaine (Charleroi, Liège, Mons) qu'en zone rurale.

Elles sont, de plus, particulièrement élevées dans les endroits où la densité du trafic est importante. La directive européenne 2000/69/CE⁽¹⁷⁾ fixe des valeurs limites de concentration en benzène dans l'air ambiant, afin de limiter les effets nuisibles de ce micropolluant sur la santé humaine. Ainsi, dès le 1er janvier 2010, la valeur limite de 5 µg/m³ (en moyenne sur un an) ne pourra plus être dépassée. En 2005, cette limite de concentration était déjà respectée dans toutes les stations de mesures opérationnelles en Région wallonne. Cependant, la directive ne serait pas respectée en zone industrielle, à proximité des sources d'émission. Des études sont en cours pour confirmer ou infirmer cette situation. Il est aussi utile de rappeler que l'OMS préconise pour le benzène, comme pour toutes les autres substances cancérigènes, une valeur guide qui soit la plus proche possible de zéro. [↘ FIG AIR 6-6]



Les émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques ont tendance à diminuer

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupent plusieurs centaines de composés chimiques dont la structure moléculaire comprend au moins 2 noyaux aromatiques ayant en commun plus d'un atome de carbone. Les HAP présents dans l'atmosphère sont essentiellement d'origine anthropique (chauffage, transports, incinération, raffinage, fonderies...). Ils sont formés, pour plus de 95 % d'entre eux, lors de la combustion d'hydrocarbures fossiles ou de biomasse.

Les inventaires des émissions atmosphériques de HAP en Région wallonne, ainsi que dans d'autres pays européens, sont relativement récents et doivent encore être ajustés et complétés. Comme il est impossible d'inventorier les émissions de tous les HAP existants, les inventaires actuels évaluent les émissions d'un HAP en particulier (comme le benzo(a)pyrène⁽¹⁸⁾), soit de plusieurs. Depuis 1990, la Région wallonne dispose d'un inventaire d'émissions pour 4 HAP (benzo(a)pyrène, benzo(b) et benzo(k)fluoranthène et indéno(1,2,3-cd)pyrène). Le fait que cet inventaire ne comprenne qu'un nombre limité de HAP peut induire une sur-estimation ou une sous-estimation de la contribution de certains secteurs d'activité⁽¹⁹⁾.

En 2004, les émissions wallonnes des 4 HAP considérés sont issues majoritairement des secteurs industriel (sidérurgie, asphaltage, utilisation de solvants...) et résidentiel. La diminution des émissions observée depuis 1990, en particulier dans le secteur industriel s'explique principalement par la fermeture de cokeries et d'entreprises sidérurgiques, le dépoussiérage des halls des hauts fourneaux et la diminution de l'utilisation du charbon [voir ENTR et ENER 1]. [↘ FIG AIR 6-7]

Rappelons encore qu'il ne s'agit ici que d'une petite fraction des émissions anthropiques de HAP, mais que l'évolution de celles-ci est néan-

moins représentative de la tendance générale (à la baisse) des émissions totales de HAP en Région wallonne⁽²⁰⁾.

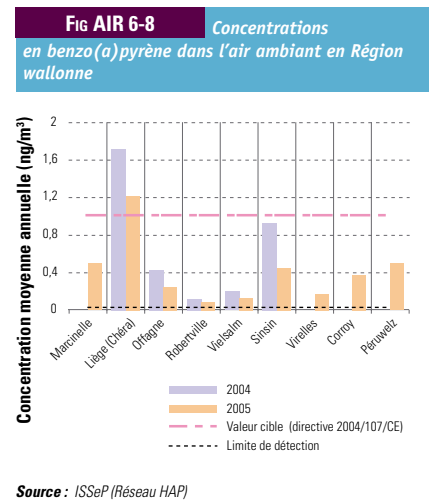
Les concentrations en HAP et en benzo(a)pyrène dans l'air sont à surveiller de près

Les HAP à faible poids moléculaire (contenant 2 ou 3 noyaux aromatiques) sont présents dans l'air ambiant sous forme gazeuse, tandis que les autres, plus lourds, sont adsorbés sur les particules fines en suspension (PM_{2,5}). Le réseau de mesure des concentrations en HAP dans l'air est récent en Région wallonne : les 5 premières stations de mesure ont été installées début 2004, suivies par 4 autres en 2005. Ces 9 stations, réparties sur l'ensemble du territoire wallon, enregistrent les concentrations de 16 HAP dans l'air ambiant⁽⁷⁾. Ceux-ci ont été choisis, d'une part, pour répondre aux exigences de la directive européenne 2004/107/CE et, d'autre part, parce qu'ils sont représentatifs des différents types de pollutions atmosphériques rencontrés au niveau européen.

Parmi les HAP qui font l'objet d'un suivi en Région wallonne, seul le benzo(a)pyrène - BaP - (considéré comme le plus cancérigène des HAP) est soumis à une norme de la qualité de l'air. La directive 2004/107/CE, en cours de transposition en droit wallon, fixe une valeur cible de 1 ng/m³ en moyenne annuelle, à

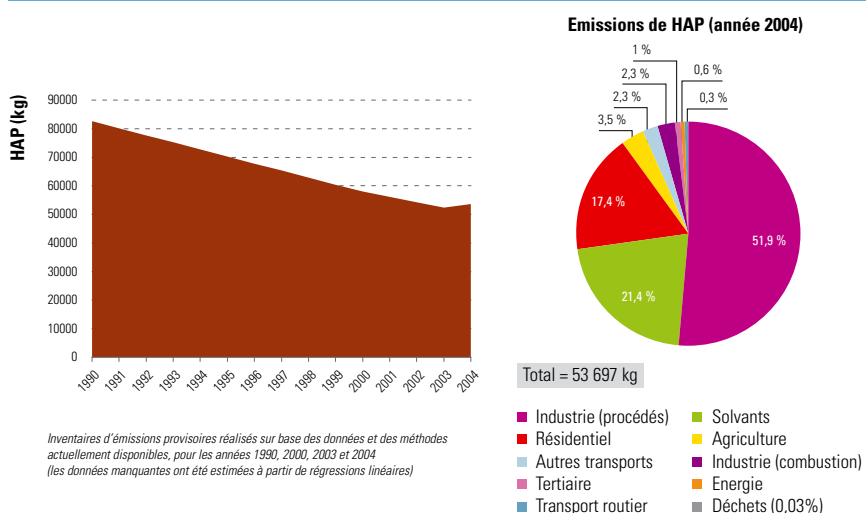
respecter à partir du 31/12/2012. Néanmoins, étant donné que le BaP est hautement cancérigène, l'OMS recommande de tendre vers une valeur guide qui soit la plus proche possible de zéro.

Le réseau de mesure des HAP est encore trop récent en Région wallonne pour permettre de dégager des tendances évolutives. En 2004 et 2005, seule la station de mesure située à Liège enregistrait des concentrations moyennes annuelles dépassant la valeur cible européenne. Cette situation s'explique principalement par le fait que la station subit à la fois les influences du trafic routier (E40-E25), et celles du bassin sidérurgique de Seraing. [↘ FIG AIR 6-8]



Source : ISSeP (Réseau HAP)

FIG AIR 6-7 Estimations des émissions anthropiques de 4 hydrocarbures aromatiques polycycliques* (HAP) en Région wallonne



Inventaires d'émissions provisoires réalisés sur base des données et des méthodes actuellement disponibles, pour les années 1990, 2000, 2003 et 2004 (les données manquantes ont été estimées à partir de régressions linéaires)

* benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et indéno(1,2,3-cd)pyrène
Source : MRW-DGRNE-DPA (Cellule Air)

Des micropolluants organiques qui persistent et s'accumulent dans l'environnement

Les polluants organiques persistants (POP) sont des composés organiques dont les propriétés physiques et chimiques sont telles, qu'une fois rejetés dans le milieu naturel :

- ils résistent à la dégradation, et restent stables pendant plusieurs années dans l'environnement et les êtres vivants ;
- ils se répandent par delà les frontières, par le biais de processus naturels faisant intervenir l'air mais aussi les sols (érosion), l'eau et les espèces migratrices. Ils se déposent donc parfois à plusieurs milliers de kilomètres de leur lieu d'émission. C'est ainsi que l'on découvre aujourd'hui des POP dans de

nombreuses régions du globe (y compris là où ils n'ont jamais été utilisés) ;

- ils s'accumulent dans les écosystèmes aquatiques ou terrestres (bioaccumulation), en se fixant préférentiellement dans les tissus adipeux des organismes vivants. Ces micropolluants peuvent ainsi atteindre des niveaux de concentrations très élevés au sommet de la chaîne alimentaire (bioamplitude) ;
- ils sont toxiques pour les êtres humains, la flore et la faune, aussi bien à proximité qu'à une distance importante de leur source d'émission.

Les POP sont essentiellement introduits ou rejetés dans l'environnement suite à diverses activités humaines (transports, chauffage, industries chimiques...). La communauté internationale a décidé de s'attaquer prioritairement aux POP déjà identifiés comme particulièrement dangereux, sur base des caractéristiques énoncées ci-avant. Il s'agit actuellement de 16 POP⁽²¹⁾ qui correspondent, soit à des substances (essentiellement des insecticides, comme le DDT, l'aldrine ou la dieldrine), soit à des familles de substances (comme les polychlorobiphényles - PCB -, les dioxines ou les furannes). De nouvelles substances pourraient venir s'ajouter à cette liste dans les prochaines années.

Selon les substances, les dispositions adoptées au niveau international visent :

- pour les POP produits intentionnellement :
 - soit l'interdiction totale de production, d'utilisation, d'importation et d'exportation ;
 - soit une stricte limitation des usages, lorsqu'il n'existe pas d'alternative ;
 - soit l'élimination progressive (comme p.ex. les PCB éliminés des transformateurs électriques et remplacés par d'autres substances) [voir DEC 3] ;
 - ainsi que, en complément des mesures ci-avant, la destruction contrôlée des stocks existants.
- pour les POP qui ne sont pas produits intentionnellement, mais qui sont des sous-produits non désirés, l'objectif est de réduire et éliminer, si possible, leur production et leurs rejets dans l'environnement. L'accent est alors mis sur la prévention et l'utilisation des meilleures techniques disponibles.

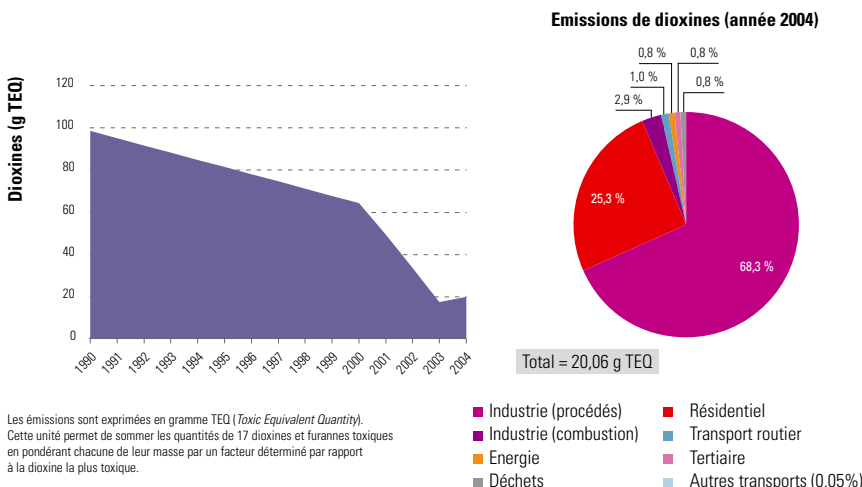
Les dioxines et les furannes sont deux familles de substances particulièrement toxiques⁽²²⁾, qui sont généralement produites et rejetées involontairement dans l'atmosphère, lors de procédés thermiques faisant intervenir des matières organiques et du chlore, du fait d'une

combustion incomplète (ou à trop basse température) ou de certaines réactions chimiques. Les principales sources de dioxines concernent certains procédés thermiques dans l'industrie métallurgique, la combustion de biomasse dans les foyers et les chaudières résidentielles, la production de pâte à papier utilisant le chlore comme agent de blanchiment et l'incinération de déchets dans les incinérateurs publics [voir DEC 3], mais aussi à l'air libre (incinération sauvage). [↘ Fig AIR 6-9]

Les émissions de dioxines ont été fortement réduites en Région wallonne ces dernières années, grâce à la modernisation des incinérateurs de déchets et à l'introduction de normes d'émissions de dioxines pour ces installations⁽²³⁾ [voir DEC 3]. Des progrès ont également été accomplis dans le secteur industriel (principalement sidérurgique), suite à des améliorations dans le traitement des fumées et à la fermeture de certaines installations fortement émettrices. [↘ Fig AIR 6-9]

A l'heure actuelle, les concentrations en POP dans l'air ambiant ne sont pas mesurées en Région wallonne. Néanmoins, les impacts de ces micropolluants sur la santé humaine seront suivis à travers la mise en œuvre d'un programme d'analyse des POP dans le lait maternel, qui a démarré en Belgique dans le courant de l'année 2006 [voir SANTE 1].

Fig AIR 6-9 Estimations des émissions anthropiques de dioxines en Région wallonne



Inventaires d'émissions provisoires réalisés sur base des données et des méthodes actuellement disponibles, pour les années 1990, 2000, 2003 et 2004 (les données manquantes ont été estimées à partir de régressions linéaires)

Source : MRW-DGRNE-DPA (Cellule Air)

LES EFFETS DES MICROPOLLUANTS SUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT SONT TRÈS VARIÉS

Les micropolluants présents dans l'air ambiant ont des impacts très divers sur la santé humaine et l'environnement, en fonction notamment de leurs concentrations, de leurs caractéristiques chimiques et de leur potentiel d'accumulation dans les organismes.

Introduits dans les écosystèmes, ils peuvent fortement perturber les équilibres biologiques. Ainsi, par exemple, les oiseaux et les mammifères risquent de voir leurs capacités

reproductives diminuées et leur systèmes hormonaux perturbés suite à une exposition croissante aux ETM et aux POP présents dans leurs proies. L'accumulation de métaux lourds constitue également un facteur de stress pour les écosystèmes végétaux, en particulier forestiers.

Plus que les impacts sur les écosystèmes, ce sont les effets des micropolluants sur la santé humaine qui constituent actuellement la principale préoccupation. Les micropolluants peuvent pénétrer dans l'organisme par différentes voies :

- via l'air respiré : c'est le cas notamment des polluants gazeux, comme le benzène, les HAP à faible poids moléculaire et les micropolluants adsorbés sur les fines particules en suspension ;
- via l'ingestion d'aliments provenant d'endroits soumis à des dépôts de micropolluants : c'est le cas par exemple à proximité de certaines infrastructures industrielles, où les dépôts d'ETM ou de POP peuvent contaminer le sol et risquent, sous certaines conditions, d'être absorbés par les végétaux qui y sont cultivés ou les animaux qui y sont élevés [voir SOLS 4] ;
- via l'ingestion d'aliments d'origine animale : les animaux peuvent en effet accumuler des micropolluants toxiques dans leurs tissus (bioaccumulation). C'est par exemple le cas du Hg qui, une fois dans le milieu aquatique, se concentre le long de la chaîne alimentaire au niveau des tissus des crustacés et des poissons, avant d'être ingéré par l'homme. Les PCB suivent également le même circuit [voir EAU 4].

Par ailleurs, certains micropolluants peuvent aussi être présents dans l'air intérieur des habitations ou des habitacles de voiture (formaldéhyde contenu dans certaines colles et papiers peints, p.ex.) ou s'accumuler dans les organismes selon le mode de vie (tabagisme...). Finalement, c'est l'exposition à l'ensemble de ces facteurs de risque qui déterminera les effets sur la santé des individus [voir SANTE 2]. En outre, un certain nombre de recherches sont menées au niveau international, pour mieux comprendre les effets «cocktails» des nombreux polluants présents dans l'environnement et leurs impacts sur la santé humaine.

Les recommandations de l'OMS concernant la qualité de l'air

L'OMS compile les études toxicologiques et épidémiologiques effectuées dans le monde entier, dans le but de mieux comprendre et évaluer les effets des polluants atmosphériques sur la santé humaine et les écosystèmes. A partir des résultats disponibles, elle établit des recommandations qu'elle révisé et actualise régulièrement, afin de protéger au mieux la santé humaine. Les recommandations de l'OMS n'ont aucun caractère contraignant : il appartient en effet aux gouvernements de les traduire en normes et en actions concrètes sur le terrain.

Pour les polluants atmosphériques, l'OMS distingue deux grandes catégories de polluants, chacune de celles-ci aboutissant à des recommandations de type différent :

- les substances ayant des effets autres que cancérogènes : dans ce cas, les recommandations de l'OMS sont établies sous forme de valeurs guides à ne pas dépasser (pendant une durée de temps variable, pouvant aller de l'heure à l'année), de manière à limiter l'exposition des êtres humains à ces substances. On considère qu'à partir du moment où les niveaux d'un polluant dans l'air ambiant sont en-dessous de la valeur guide, il n'y a pas d'effet sur la santé humaine.
- les substances ayant des effets cancérogènes : dans ce cas, les théories relatives au développement des pathologies cancéreuses estiment qu'il n'y a pas de seuil en dessous duquel il n'y a aucun effet sur la santé. Il n'existe donc pas de valeur de concentration dans l'air ambiant en dessous de laquelle la santé humaine est effectivement protégée. Pour ces substances, les recommandations de l'OMS sont exprimées sous la forme d'un risque supplémentaire par unité de concentration pour une durée d'exposition d'une vie (UR Vie). Il appartient alors aux décideurs de fixer des concentrations limites, en fonction du risque qu'ils considèrent comme acceptable. A titre d'exemple, les valeurs d'UR Vie pour certains micropolluants atmosphériques sont présentées dans le tableau ci-dessous (OMS, 2000).

Micropolluants	UR Vie*
Arsenic	$1,5 \times 10^{-3}$
Nickel	4×10^{-4}
Chrome (6+)	4×10^{-2}
Benzène	6×10^{-6}
Benzo(a)pyrène	9×10^{-2}

*UR Vie = risque additionnel de développer un cancer au cours d'une vie (soit 70 ans) pour une population hypothétiquement exposée continuellement à une concentration de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du composé considéré dans l'air ambiant, par rapport à une population non exposée⁽²⁶⁾.

L'OMS souligne que ses évaluations et ses recommandations portent uniquement sur des substances prises individuellement. En effet, bien que des effets de synergie causés par l'exposition à plusieurs substances présentes en mélange dans l'air ambiant soient fort probables, il n'y a pas suffisamment de données à l'heure actuelle pour confirmer ou infirmer ces hypothèses.

On constate ainsi qu'à concentration égale, le benzo(a)pyrène et le chrome hexavalent présentent un risque cancérogène beaucoup plus élevé que les autres substances.

LES OUTILS RÉGLEMENTAIRES

Les réponses aux problèmes causés par les émissions de micropolluants (organiques et minéraux) dans l'air ambiant et leur passage dans les autres composantes de l'environnement (eau et sols) se font progressivement, au fur et à mesure que les problèmes sont identifiés.

La Belgique est partie prenante dans diverses conventions et protocoles internationaux à vocation environnementale :

- la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (Convention LRTAP), en vigueur depuis 1983. Elle a été complétée par huit protocoles spécifiques, dont deux concernent les micropolluants :

- le Protocole relatif aux polluants organiques persistants (POP), en vigueur depuis 2003. Il interdit la production et l'utilisation d'une douzaine de substances (pami lesquelles plusieurs pesticides, comme le DDT). Il fixe aussi des objectifs de réduction d'émissions pour les dioxines et d'autres produits cancérogènes issus de la combustion ;
- le Protocole relatif aux ETM en vigueur depuis 2003. Il vise une réduction des émissions de Pb, de Cd et de Hg.

- la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, en vigueur depuis 2004.

Au niveau européen, les premiers textes législatifs concernant les micropolluants dans l'air se sont intéressés au Pb. Suite à la mise en application de plusieurs directives et règlements, la généralisation de l'essence sans plomb a permis de ramener en Europe les concentrations de Pb dans l'air ambiant à un niveau nettement inférieur à celui qui prévalait il y a une vingtaine d'années.

En septembre 1996, la directive européenne 96/62/CE⁽²⁵⁾, concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant, a été adoptée. Il s'agit d'une directive-cadre qui établit les principes de base d'une stratégie commune visant, entre autres, à définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs des polluants atmosphériques sur la santé humaine et l'environnement. Cette directive-cadre a ensuite été suivie de plusieurs directives-filles, visant chacune des micropolluants atmosphériques spécifiques :

- la directive 1999/30/CE, relative à la fixation de valeurs limites pour l'anhydride sulfureux,

le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant ;

- la directive 2000/69/CE, concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant ;
- la directive 2004/107/CE, concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

En ce qui concerne la pollution par le mercure, polluant atmosphérique particulièrement préoccupant (car il peut être à la fois mobile, toxique et s'accumuler dans la chaîne alimentaire), la Commission européenne a adopté, en janvier 2005, une stratégie de lutte. Celle-ci prévoit une série d'actions visant à réduire les émissions de Hg au sein de l'UE, ainsi qu'à interdire son exportation d'ici 2011⁽²⁶⁾.

D'autres directives européennes réglementent par ailleurs les émissions dans l'atmosphère de certains types d'installations industrielles, comme les incinérateurs de déchets ou les grandes installations de combustion [voir DEC 3]. La directive 96/61/CE, relative

à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (directive IPPC), vise aussi à prévenir et à réduire les émissions polluantes des activités industrielles et agricoles⁽²⁷⁾, et permet donc aussi d'agir sur les émissions d'ETM ou de micropolluants organiques [voir ENTR].

C'est via la transposition en droit wallon de ces différents instruments que la Région wallonne met en place les actions nécessaires pour réduire ses émissions de micropolluants dans l'atmosphère et surveiller leurs concentrations dans l'air ambiant. Dans certains cas, parce qu'elle estime nécessaire de mieux évaluer les impacts environnementaux de ses entreprises ou de mieux comprendre les enjeux environnementaux liés aux émissions de micropolluants atmosphériques, la Région wallonne mesure également certains micropolluants non obligatoires (ou non encore obligatoires) dans le cadre de la législation en vigueur.

Enjeux et perspectives

La problématique des micropolluants dans l'air ambiant est particulièrement complexe. Si pour certains micropolluants (comme les ETM, p.ex.), les connaissances sont suffisamment avancées pour estimer avec suffisamment de certitude leurs impacts sur la santé humaine, pour réduire leurs émissions, et pour surveiller leurs concentrations dans l'air ambiant, c'est encore loin d'être le cas pour l'ensemble des micropolluants présents dans l'environnement.

Il s'avère aussi difficile d'estimer, à l'heure actuelle, les effets de l'accumulation de certains micropolluants (POP et ETM) au niveau de la chaîne alimentaire et l'impact de ceux-ci sur les équilibres biologiques des écosystèmes. Des données existent, mais elles sont encore partielles.

La pollution causée par la plupart des micropolluants organiques est une problématique émergente. En effet, l'identification des problèmes

environnementaux et de santé publique qu'ils occasionnent est récente, souvent partielle et fait l'objet de controverses. De plus, la mesure de leur concentration est complexe étant donné les très faibles quantités présentes dans l'air ambiant. En outre, certains micropolluants organiques sont susceptibles d'engendrer de graves problèmes à long terme, car ils sont (ou sont suspectés d'être) cancérogènes, mutagènes ou perturbateurs endocriniens.

Enfin, un nombre très important de substances diverses ont été et sont toujours disséminées principalement par les activités humaines dans l'environnement. Certains de ces composés peuvent se recombiner entre eux, ou se dégrader en donnant naissance à d'autres composés toxiques. Étant donné que les êtres vivants sont la plupart du temps toujours exposés à un mélange de substances (effet «cocktail»), il s'avère difficile – et parfois jusqu'à présent impossible – de distinguer les effets de chacun des composés.

Sur base des connaissances actuelles, la Région wallonne se doit d'orienter, ou de renforcer son action, sur plusieurs axes :

- diminuer et prévenir les émissions de micropolluants dans l'atmosphère, via notamment la mise en application de la directive IPPC, la révision des permis des entreprises identifiées comme émettrices de ces polluants, et l'introduction des meilleures technologies disponibles ;
- améliorer et affiner les inventaires d'émissions existants en se donnant les moyens financiers et humains nécessaires ;
- renforcer la surveillance de la qualité de l'air en ce qui concerne les zones et les micropolluants les plus problématiques ;
- améliorer les connaissances en termes de devenir des micropolluants dans l'environnement et de leurs impacts sur les écosystèmes, les nappes phréatiques et la santé humaine. Les retombées au sol cumulées, depuis de nombreuses années, de plusieurs micropolluants autour de certaines zones



industrielles, sont avérées et mesurées. Cependant, en l'absence de normes et d'études globales complémentaires, il est difficile d'estimer si ces dépôts représentent un risque pour les habitants et si des mesures doivent être prises. Par ailleurs, comme la Région wallonne n'est pas la seule à être confrontée à ce type de problème, elle gagnerait à participer à des programmes de recherches internationaux sur le sujet ;

- renforcer les contrôles et réprimer les infractions ;
- intégrer les critères d'amélioration de la qualité de l'air dans les autres politiques (transports, énergie, logement...) ;
- sensibiliser davantage le public aux dangers pour la santé humaine et l'environnement de pratiques comme l'incinération sauvage de déchets ménagers. Cette pratique représente une source importante de polluants atmosphériques, et de dioxines en particulier.

Celle-ci est encore souvent pratiquée, bien qu'elle soit interdite [voir DEC 1] ;

- approfondir les enjeux liés à la combustion de biomasse, notamment de bois : celle-ci est en effet une source importante de polluants atmosphériques toxiques (particules fines, HAP, dioxines, Zn...). De plus, à production d'énergie équivalente, les installations mal conçues et qui n'atteignent que des faibles rendements s'avèrent particulièrement défavorables.

Sources principales

Commission of the European Communities - Directorate-General XI - General Directorate of Environmental Quality. 1997. Air Quality Daughter Directives – Position paper on lead. 105 p. (http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_pb.pdf)

Commission des Communautés Européenne. 2005. Stratégie européenne de lutte contre la pollution par le mercure (<http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/index.htm>)

Istituto Inquinamento Atmosferico. 1998. Council Directive on Ambient Air Quality Assessment and Management – Working Group on Benzene – Position paper. 147 p. (<http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/ppbenzene.pdf>)

European Commission. 2001. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds – Position paper. 318 p. (http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf)

European Commission. 2001. Ambient air pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) – Position paper. 56 p. (http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_pah.pdf)

European Commission. 2002. Ambient air pollution by Mercury (Hg) – Position paper. 218 p. (http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_mercury.pdf)

MRW-DGRNE. 1998. Atlas de l'air de la Wallonie. 36 p.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2000. Air Quality Guidelines. Second Edition. Summary (<http://www.euro.who.int/document/aqi/3summary.pdf>)

Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2005. Débarrasser le monde des POP : visite guidée de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants.

Site de la Commission européenne sur la qualité de l'air ambiant : <http://ec.europa.eu/environment/air/ambient.htm>

Site de la Commission européenne sur les POP :

http://ec.europa.eu/environment/pops/index_en.htm

Site des Nations-Unies sur les POP :

<http://www.chem.unep.ch/pops/>

Site de la Convention LRTAP et de ses différents protocoles :

<http://www.unepce.org/env/lrtap/>

Site de la Région Wallonne consacré à l'air :

<http://air.wallonie.be>

Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration et/ou relecture :

Sara ELOY, Annick FOURMEAUX, Catherine HALLET, Thierry HOSAY, Jean-Paul LEDANT, Christian TRICOT, Didier VERHEVE et Edwin ZACCAI

- (1) A l'état de métal, d'oxyde, de sel ou de complexe organométallique par exemple.
- (2) Les ETM comme le cuivre ou le zinc sont indispensables à la vie, mais ils peuvent devenir toxiques à un certain niveau de concentration dans l'air.
- (3) Le fer n'est pas un ETM, mais certains métaux lourds sont contenus dans le minerai de fer, et peuvent être relâchés dans l'atmosphère lors des processus de transformation.
- (4) Le réseau de surveillance de la qualité de l'air est géré par l'ISSEP (<http://www.issep.be>) et les rapports relatifs aux réseaux de surveillance de la qualité de l'air peuvent être consultés à l'adresse suivante : <http://mrw.wallonie.be/dgrne/rapports/dpa/2005/index.html>
- (5) Tous les composés ne sont pas mesurés dans l'ensemble des stations. Ils sont choisis en fonction du type d'activités exercées à proximité de la station et de la localisation de la source d'émissions.
- (6) Directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 relative à la fixation de valeurs limites pour l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant. Journal officiel des Communautés européennes. L 163.
- (7) Les rapports relatifs aux réseaux de surveillance de la qualité de l'air peuvent être consultés à l'adresse suivante : <http://mrw.wallonie.be/dgrne/rapports/dpa/2005/index.html>
- (8) De nombreux autres métaux se retrouvent également en quantités importantes à proximité de ces deux sites.
- (9) Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant. Journal officiel des Communautés européennes. L 23.
- (10) Provoquant notamment des cancers des poumons et de la peau.
- (11) Ce problème devra être résolu lorsque la nouvelle directive entrera en vigueur, soit avant fin 2012. Une adaptation ou une modification de la méthode analytique devra être réalisée pour cette date. Des études sont actuellement menées par l'ISSEP pour tenir compte des nouvelles normes. Selon les premiers résultats, la concentration de 5 ng/m³ serait uniquement dépassée à Sclaigneaux.
- (12) Le mercure peut s'accumuler dans les organismes (bioaccumulation) sous forme de méthylmercure.
- (13) Norme allemande transcrite dans le TA-LUFT (Technical Instruction On Air Quality Control – 2002).
- (14) Le méthane (CH₄) est un COV naturellement présent dans l'air, mais également produit par les activités humaines. On le distingue généralement des autres COV pour lesquels on emploie alors la dénomination COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques).
- (15) Commission européenne. 1998. Benzene Position Paper.
- (16) En plus du benzène, ces stations mesurent également les concentrations de 27 autres COV susceptibles d'être présents dans l'air ambiant, soit parce que leur toxicité pour la santé humaine justifie leur surveillance, soit parce qu'ils contribuent à la formation d'ozone troposphérique.
- (17) Directive 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant. Journal officiel des Communautés européennes. L 313.
- (18) Le benzo(a)pyrène est considéré, à la fois comme le HAP le plus représentatif en termes d'émission atmosphérique, et comme le meilleur indicateur de l'effet cancérigène des HAP présents dans l'air ambiant sous forme particulaire.
- (19) C'est le cas par exemple pour les transports routiers qui émettent des quantités relativement faibles des 4 HAP considérés par rapport à d'autres. Leur contribution aux émissions de HAP est par conséquent sous-estimée dans les inventaires actuels.
- (20) La tendance à la diminution des émissions depuis 1990 s'observe aussi dans les autres pays de l'UE 15 (AEE, 2006. Annual European Community LRTAP Convention Emission Inventory 1990-2004 : http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2006_8/en).
- (21) Pour la plupart chlorés (comprenant un ou plusieurs atomes de chlore).
- (22) Ainsi que l'hexachlorobenzène et certains polychlorobiphényles (PCB).
- (23) Les émissions de dioxines des incinérateurs publics de déchets font l'objet d'un suivi en continu à la cheminée, dont les résultats sont disponibles via internet : <http://environnement.wallonie.be/data/air/dioxines/index.htm>
- (24) Source : <http://www.airparif.fr/airparif/pdf/GE/annexe1.pdf>
- (25) Directive 96/62/CE du Conseil du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant. Journal officiel des Communautés européennes. L 296.
- (26) L'Union européenne est actuellement le principal exportateur mondial de mercure, qui est ensuite utilisé à des fins diverses (thermomètres, amalgames dentaires, orpillage...).
- (27) Via les conditions imposées aux nouvelles exploitations et la révision des permis existants, qui devrait être terminée d'ici octobre 2007.