Les particules en suspension dans l'air

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

Le terme de «particules» désigne un ensemble de corps microscopiques, solides ou liquides, qui restent en suspension dans l'air. La durée pendant laquelle ces particules vont demeurer dans l'air ambiant est fonction de leur taille. Il peut s'agir de quelques jours ou de quelques semaines, selon les cas. En conséquence, les particules les plus légères peuvent être transportées à des milliers de kilomètres de leur lieu d'émission. Les particules peuvent être caractérisées de différentes manières selon leur origine, leur dimension, leur composition ou encore leur mode de formation. Ces différents critères déterminent également le degré de nocivité que ces particules peuvent avoir sur la santé humaine et les écosystèmes.

Origine, mode de formation et devenir des particules en suspension dans l'air

L'origine des particules en suspension dans l'air peut être naturelle (volcanisme, érosion éolienne, embruns marins…) ou anthropique. Dans ce cas, les émissions de particules résultent de différents types d'activités humaines : processus industriels (sidérurgie, calcination, concassage…), transports (gaz d'échappements, usure de la chaussée et des pneumatiques, usure des pièces métalliques, sels et sables de déneigement…), chauffages domestiques, particules de sol mises en suspension dans l'air lors des travaux agricoles ou lors du passage de véhicules…

Selon leur mode de formation, on distingue les particules :

- primaires, c'est-à-dire les particules émises telles quelles, directement dans l'atmosphère, à la suite de certains processus, notamment de combustion ;
- secondaires, c'est-à-dire les particules qui se forment dans l'air à partir d'autres polluants atmosphériques, comme le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NO_x) ou l'ammoniac (NH_3) par exemple.

En fonction de leur dimension, les particules en suspension sont classées - en leur donnant le diamètre moyen qu'aurait une sphère de comportement aérodynamique équivalent - en :

- TSP[1] (particules totales en suspension). Cette classe représente l'ensemble des particules en suspension de diamètre moyen inférieur à environ 75 µm[2] (soit à peu près le diamètre d'un cheveu), que l'on désigne plus communément sous le terme de «poussières» en suspension, afin de réserver le terme «particules» pour les plus petites d'entre elles ;
- PM_{10}[3] : particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm. Elles correspondent à la catégorie de particules les plus grossières ;
- $PM_{2,5}$: particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm, aussi dénommées «particules fines». Elles sont principalement produites lors de phénomènes de combustion ;
- $PM_{0,1}$: particules ultrafines de diamètre inférieur à 0,1 µm (nanoparticules p.ex., [voir SANTE 2]).

Il s'agit d'un mode de classification de type «poupées russes», où chaque catégorie de particules englobe également les catégories de dimensions inférieures.

Les poussières et les particules en suspension sont éliminées de l'atmosphère, soit par sédimentation pour les plus grosses d'entre elles, soit par lessivage avec les précipitations (pluies, neige…). La frontière entre la notion de particules/poussières «sédimentables» et celle de particules/poussières «en suspension» n'est pas très nette. On considère le plus souvent que les particules avec un diamètre supérieur à 5-10 µm retombent au sol en quelques heures à proximité de leur source d'émission[4]. Les particules avec un plus petit diamètre peuvent, quant à elles, si les conditions météorologiques le permettent, rester en suspension dans l'atmosphère des jours, voire des semaines pour les plus fines d'entre elles. Elles peuvent par conséquent être transportées à des centaines, voir des milliers de kilomètres de leurs lieux d'émission, tout comme les polluants acidifiants [voir AIR 3].

Enfin, selon leur origine et leur mode de formation, les particules peuvent avoir des compositions fort différentes[5], et par conséquent des impacts très variables sur la santé humaine et l'environnement [voir AIR 6 et SANTE 2].

Les inventaires d'émissions sont encore très récents et relativement incertains

Les inventaires d'émissions de particules sont relativement récents et les méthodologies utilisées sont encore sujettes à de nombreuses incertitudes. De ce fait, il est pratiquement impossible de comparer les inventaires d'émissions réalisés par différents pays ou différentes régions. Néanmoins, étant donné l'importance grandissante de cette problématique, les travaux en cours devraient permettre dans les prochaines années d'uniformiser les méthodes de calcul et d'affiner les inventaires existants.

La Région wallonne établit des inventaires d'émissions primaires de TSP, de PM_{10} et de $PM_{2,5}$ depuis 2000. Moyennant les réserves énoncées ci-avant, les émissions wallonnes de poussières en suspension (TSP) ont été estimées, en 2004, à environ 46 000 tonnes. Ces émissions sont constituées pour :

- 53 % par des particules de diamètre compris entre 10 et 75 µm ;
- 15 % par des particules de diamètre entre 2,5 et 10 µm (PM_{10}) ;
- 32 % par des particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm ($PM_{2,5}$). [↘ Fig AIR 5-2]

Les émissions de particules fines ($PM_{2,5}$) représentent environ 68 % des émissions de PM_{10}, ce qui correspond au pourcentage moyen observé dans les autres pays de l'Union européenne. Les principaux secteurs qui émettent des poussières et des particules dans l'air en Région wallonne sont l'industrie (essentiellement au niveau des processus de production) et les transports routiers. [↘ Fig AIR 5-1]

Au niveau industriel, la plus grande partie des émissions provient du secteur sidérurgique, essentiellement des chaînes d'agglomération de minerais, des hauts fourneaux et des fours à coke. Le secteur de l'industrie extractive de minerais, ainsi que celui de la production de ciment et de chaux, émettent également des quantités importantes de particules de tous calibres [voir RES MIN 1].

Au niveau des transports routiers, les émissions de particules sont essentiellement de 2 types :

- la fraction des particules les plus grosses (au-dessus de 10 µm de diamètre) est issue de l'usure des plaquettes de freins, des pneumatiques et de la chaussée ;
- le solde des émissions est constitué de particules fines ($PM_{2,5}$), formées lors de la combustion du diesel dans les moteurs des voitures, bus et camions[6] [voir TRANS].

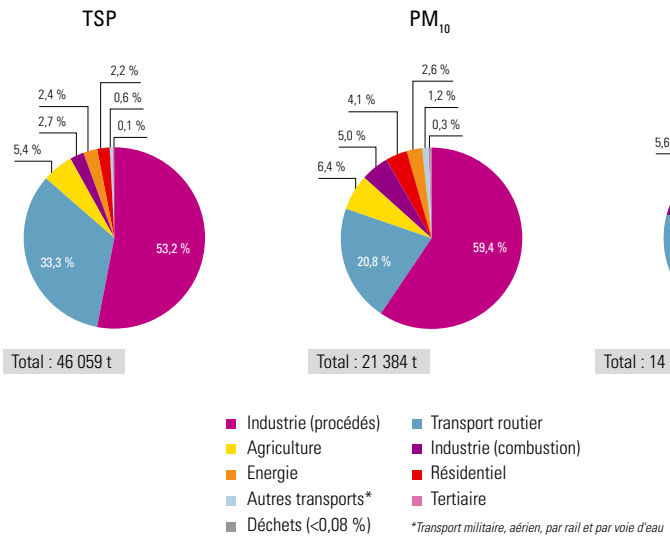
Dans les inventaires effectués en France, en Allemagne ou en Suisse, la contribution des émissions de particules fines du secteur résidentiel ($PM_{2,5}$ et PM_1) est beaucoup plus importante[7] que celle estimée en Région wallonne.

En effet, dans ces pays, ces émissions peuvent représenter entre 30 % et 50 % des émissions totales de $PM_{2,5}$, à cause principalement de l'utilisation croissante de bois de chauffage dans les maisons (feux ouverts, poêles, chaudières…)[8]. En Région wallonne, ce paramètre n'est pas encore pris en considération lors de la constitution des inventaires car la part du bois ou de produits connexes réellement utilisée à des fins énergétiques n'est pas connue [voir RES FOR 1].

Les émissions de particules ne sont pas réparties de manière uniforme sur l'ensemble du territoire wallon. Elles présentent également des variations saisonnières. Ainsi,

- les émissions liées au transport dépendent de la densité du trafic et des conditions de circulation. Elles sont dès lors en général plus importantes en milieu urbain qu'en milieu rural ;
- les émissions liées au chauffage domestique (notamment issues de la combustion de bois) sont plus importantes en hiver qu'en période estivale.

FIG AIR 5-1 *Répartition des émissions de TSP, PM_{10} et $PM_{2,5}$ par secteur d'activité en Région wallonne (année 2004)*

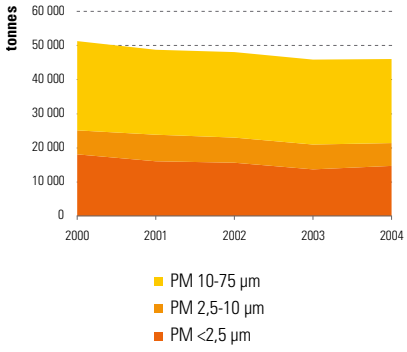


Source : *MRW-DGRNE-DPA (Cellule Air)*

Une diminution des émissions de particules à confirmer

Entre 2000 et 2004, les émissions de particules primaires en suspension en Région wallonne présentent une légère tendance à la diminution (- 10 %). [↘ FIG AIR 5-2]

FIG AIR 5-2 *Emissions de poussières et de particules en suspension en Région wallonne*



Source : *MRW-DGRNE-DPA (Cellule Air)*

Cependant, étant donné les incertitudes encore nombreuses au niveau des inventaires, et étant donné la période très courte pour laquelle des données sont disponibles, cette tendance devra être confirmée ou, au contraire, infirmée dans les prochaines années. Il apparaît également prématuré de réaliser une analyse approfondie de l'évolution des émissions de particules à l'échelle des secteurs d'activité.

Signalons néanmoins que certains facteurs comme le remplacement progressif des combustibles solides par le gaz naturel [voir ENER 0], l'installation de systèmes de filtration et le développement de nouvelles technologies au niveau industriel [voir ENTR] ont plus que probablement contribué à la diminution des émissions observée.

Il est très difficile d'évaluer la contribution des particules secondaires à la pollution atmosphérique. Les études et modélisations effectuées au niveau européen estiment que les particules secondaires représentent 30 à 50 % des PM_{10} présentes dans l'air ambiant. Par ailleurs, comme les particules secondaires sont essentiellement de petite taille, elles constituent une part plus importante des $PM_{2,5}$ présentes dans l'atmosphère, soit entre un tiers et deux

tiers, selon les estimations[9]. Les émissions des polluants responsables de la formation de particules secondaires, c'est-à-dire essentiellement le SO_2, les NO_x et le NH_3 ont été réduites depuis 1990 [voir AIR 3]. Par conséquent, la formation de particules secondaires en Région wallonne a plus que probablement diminué depuis 1990, bien qu'il soit difficile de quantifier cette diminution.

Evolution du réseau de mesure des concentrations en particules dans l'air ambiant

Les concentrations en particules dans l'air ambiant dépendent des quantités de particules émises par les différentes sources, ainsi que des conditions météorologiques locales et régionales qui influencent la dispersion des polluants et leur retombée au sol. Elles dépendent également des concentrations de polluants précurseurs et des conditions météorologiques qui influencent leur transformation en particules secondaires. Les concentrations en particules dans l'air ambiant peuvent donc varier fortement en fonction des endroits, des saisons et des moments de la journée.

Il existe différentes méthodes[10] pour mesurer les concentrations de particules dans l'air ambiant. La méthode des «fumées noires», utilisée en Europe depuis les années 1960, permet d'évaluer les quantités de particules fines de couleur noirâtre (de 3 à 5 µm de diamètre) en suspension dans l'air ambiant. Il s'agit d'une méthode rudimentaire, mais qui a l'avantage de cibler les particules particulièrement nocives[11] produites lors des phénomènes de combustion, surtout à partir du charbon et du fioul.

En Région wallonne, le réseau de mesures des «fumées noires» existe depuis 1968. Il est constitué de stations installées principalement dans les zones industrielles de Liège-Engis et de Charleroi, qui sont de surcroît densément peuplées. La méthode des «fumées noires» est actuellement peu à peu abandonnée et remplacée par d'autres techniques d'analyse. Néanmoins, un certain nombre de stations en Région wallonne[12] continuent à surveiller ce paramètre afin de garder le bénéfice de l'historique des mesures. Depuis le 1er janvier 2005, il n'y a plus d'obligation légale d'assurer le suivi de ce paramètre, parce que la nouvelle directive européenne en vigueur fait appel à d'autres indicateurs et à d'autres méthodes.

Les recherches menées au niveau international et européen permettent d'établir des corrélations entre les niveaux de concentrations en particules dans l'air (PM_{10} et $PM_{2,5}$) et leurs impacts respectifs sur la santé humaine [voir SANTE 2]. Les méthodes de mesure récentes visent donc à récolter des données relatives à ces catégories de particules, de manière à pouvoir les comparer aux normes (présentes et à venir) relatives à la protection de la santé humaine.

A l'heure actuelle, les réseaux de mesure ciblent avant tout les concentrations en PM_{10} dans l'air ambiant[13]. Des méthodes de mesure sont également développées pour quantifier les concentrations en $PM_{2,5}$. La plupart de ces méthodes permettent de mesurer la masse totale de particules de dimension inférieure à un diamètre donné mais ne permettent pas, au sein de l'échantillon, de différencier ces particules entre elles selon leur taille. Par conséquent, un même résultat de mesure peut tout aussi bien correspondre à une petite quantité de particules de grande taille ou à une grande quantité de particules plus fines.

En Région wallonne, les concentrations de PM_{10} dans l'air ambiant sont mesurées depuis 1999 dans 7 stations du réseau télémétrique. Celles-ci sont situées exclusivement dans les bassins industriels de Liège-Engis et de Charleroi. Ce réseau a été récemment réorganisé de manière à assurer une couverture plus représentative de la Région wallonne. Certaines stations ont ainsi été progressivement déplacées en milieu rural ou en milieu urbain exposé à une densité de trafic routier moins importante. De nouvelles stations de mesure ont également été implantées. Ainsi, en date du 1er octobre 2006, la Région wallonne comptait 10 stations de mesures des concentrations en PM_{10} sur son territoire[14]. Afin d'assurer une surveillance cohérente et en accord avec la législation européenne en vigueur, 3 nouvelles stations viendront compléter ce réseau en 2007.

En ce qui concerne les $PM_{2,5}$, la directive européenne 1999/30/CE[15] demande que les Etats membres *«veillent à ce que des stations de mesure, fournissant des données sur les concentrations de $PM_{2,5}$ soient installées et exploitées»*. Actuellement, il n'existe aucune station de mesure permanente enregistrant en continu les concentrations de $PM_{2,5}$ dans l'air ambiant en Région wallonne. Des mesures ponctuelles sont néanmoins effectuées : depuis juillet 2006, la qualité de l'air est analysée par l'ISSeP dans trois sites témoins (Vielsalm, Liège et Namur) via un réseau mobile constitué de 4 sondes $PM_{2,5}$. Chaque site sera étudié quatre fois, l'objectif premier étant d'établir les concentrations de base en $PM_{2,5}$ dans une zone urbaine (Liège), rurale (Vielsalm) et intermédiaire (Namur).

Les normes pour la protection de la santé ne sont pas respectées dans les zones à risque

En ce qui concerne les PM_{10}, la directive européenne 1999/30/CE fixe des valeurs limites à ne pas dépasser pour protéger la santé humaine :

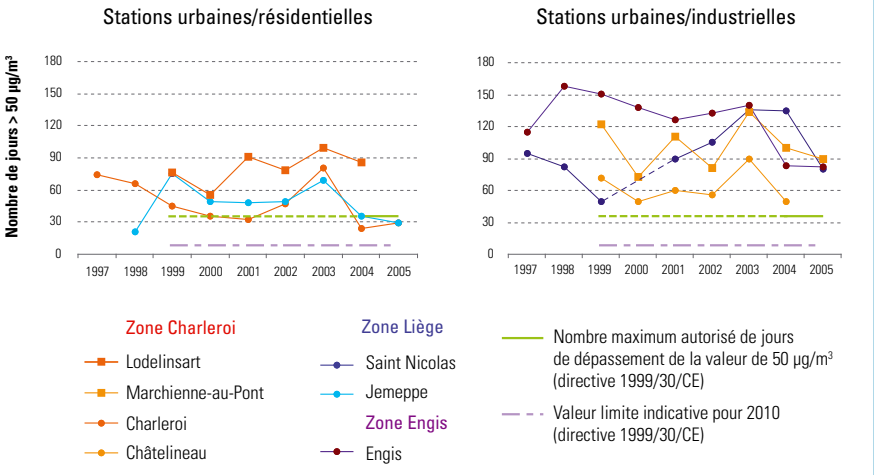
- pour les expositions de courte durée, la directive autorise depuis le 1er janvier 2005 au maximum 35 jours de dépassements par an de la valeur limite journalière de 50 µg/m³ (moyenne des mesures sur 24 h) ;
- sur une plus longue durée, la directive impose depuis le 1er janvier 2005 que les concentrations moyennes annuelles n'excèdent pas la valeur limite annuelle de 40 µg/m³.

En Région wallonne, la concentration moyenne journalière de 50 µg/m³ est fréquemment dépassée dans tous les points de mesure, et ce depuis le début de l'installation du réseau de surveillance de la qualité de l'air. Le nombre annuel de jours de dépassement autorisé par la directive 1999/30/CE n'a été respecté ces dernières années qu'à Charleroi-ville (en 2004 et 2005) et à Saint-Nicolas (en 2005), dans des stations localisées en milieu urbain/résidentiel. Le nombre de dépassements est particulièrement élevé (deux à trois fois plus que la limite maximale autorisée) dans les stations caractérisées par une pollution particulaire d'origine industrielle (Engis, Jemeppe et Marchienne-au-Pont). [↘ FIG AIR 5-3]

Rappelons cependant que cette situation préoccupante ne doit pas être généralisée à l'ensemble de la Région wallonne. En effet, les premières stations de mesure ont été implantées dans les zones les plus à risque en termes de pollution par les particules. Les premières mesures effectuées dans des zones rurales (depuis moins d'une année) enregistrent d'ailleurs un nombre de jours de dépassement du seuil de 50 µg/m³ moins important[16].

La concentration moyenne annuelle de 40 µg/m³ a été dépassée régulièrement ces dernières années, à Jemeppe, Engis et Marchienne-au-Pont, dans des zones où les stations de mesure sont essentiellement influencées par des émissions de particules d'origine industrielle. Dans les autres stations de mesure, plutôt de types urbain et résidentiel, les concentrations moyennes annuelles sont le plus souvent restées sous le seuil de 40 µg/m³ mais de peu, sauf en 2003 où la quasi-totalité des stations de mesure ont atteint ou dépassé la valeur limite[17]. Les premières mesures effectuées dans les stations rurales ou urbaines à faible densité de trafic présentent des concentrations moins élevées[16]. [↘ FIG AIR 5-4]

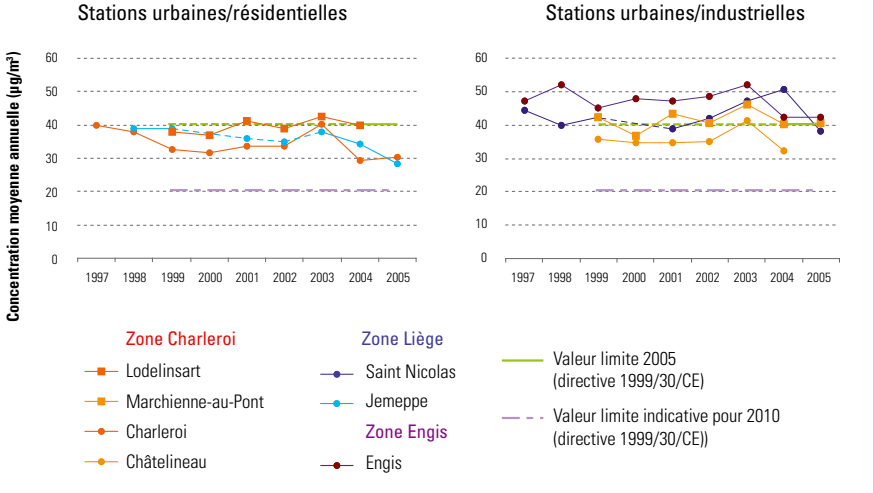
FIG AIR 5-3 *Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière* de concentration en PM_{10} pour la protection de la santé humaine, au niveau des trois zones critiques d'évaluation de la qualité de l'air en Région wallonne*



** en moyenne sur 24 heures*

Source : *ISSeP (Réseau télémétrique)*

FIG AIR 5-4 *Concentration moyenne annuelle de PM_{10} au niveau des trois zones critiques d'évaluation de la qualité de l'air en Région wallonne*



Source : *ISSeP (Réseau télémétrique)*

Les effets des particules en suspension sur la santé humaine

Les particules en suspension ont des effets particulièrement nuisibles sur la santé humaine. Si par le passé, des pics de pollution – les «smogs hivernaux» composés essentiellement de particules et de SO_2 - ont été responsables d'une augmentation des décès dans les populations exposées (notamment à Engis[18] en 1930), les niveaux de pollution ont heureusement diminué depuis, sur l'ensemble du continent européen. Néanmoins, les recherches menées depuis plusieurs années montrent que les effets des particules fines sur la santé humaine sont particulièrement importants, même à des concentrations très faibles dans l'air ambiant. Les effets sanitaires se marquent, aussi bien à court terme (réactions inflammatoires des poumons, augmentation des affections cardio-vasculaires…), qu'à long terme (bronchites, asthmes, cancers…) [voir SANTE 2].

Les impacts sont liés à la fois à la dimension et à la composition des particules. Plus les particules sont petites, plus elles peuvent pénétrer profondément dans les poumons. Les particules les plus fines ($PM_{0,1}$) sont dès lors les plus problématiques car elles peuvent atteindre les capillaires et pénétrer alors dans le système sanguin. Par ailleurs, certains types de particules semblent être plus nuisibles que d'autres : c'est le cas par exemple des particules issues de la combustion du charbon, du diesel et du bois (suies).

Enfin, bon nombre de particules ont une structure semblable à celle de minuscules morceaux de charbon de bois. Cette particularité leur permet de fixer des substances diverses comme des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ou des polluants organiques persistants (POP), ce qui les rend d'autant plus nuisibles pour la santé humaine et l'environnement [voir AIR 6].

Les évaluations effectuées récemment par l'OMS[19] permettent de conclure que les $PM_{2,5}$ ont un impact plus marqué sur la mortalité que les PM_{10}. Selon ces études, une augmentation à long terme de 10 µg/m³ des concentrations de $PM_{2,5}$ dans l'air ambiant provoquerait un accroissement :

- de 6 % des risques de mortalité ;
- de 12 % des risques de maladies cardiovasculaires ;
- et de 14 % des risques de cancers des poumons.

Les particules en suspension ont un effet sur la santé quel que soit leur niveau de concentration

Jusqu'à présent, il n'a pas été possible de déterminer un seuil en dessous duquel les concentrations de particules dans l'air ambiant n'avaient aucun impact sanitaire. Toute augmentation du niveau de concentration de particules entraîne une augmentation des effets sanitaires dans les populations exposées. C'est pourquoi un groupe de travail de l'OMS a conclu que, s'il existe un seuil de concentration de particules, celui-ci se situe dans la tranche inférieure des niveaux de concentration actuellement observés dans les pays européens.

Les impacts de la pollution de l'air par les poussières et les particules en termes de retombées sur les sols sont développés à la problématique AIR 6 ci-après.

Contrôler les concentrations de particules dans l'air ambiant

Les premières actions entreprises au niveau européen pour réduire la pollution par les particules ont vu le jour dès la fin des années 1970. La directive européenne 80/779/CEE a fixé des valeurs guides et des valeurs limites à ne pas dépasser pour le SO_2 et les particules présentes sous forme de poussières (TSP) et de fumées noires. Suite à la baisse importante de l'utilisation du charbon, que ce soit dans les centrales électriques, dans le secteur industriel, ou comme combustible de chauffage domestique, les émissions de particules de type «fumées noires» ont fortement diminué sur l'ensemble du continent européen [voir ENER 1, ENER 3 et MEN]. Dès lors, les normes fixées par cette directive ne sont plus d'actualité, car elles sont largement respectées dans l'ensemble des pays européens[21].

L'attention s'est portée plus récemment sur la surveillance des concentrations en PM_{10} dans l'air ambiant, à travers notamment la mise en application de la directive 1999/30/CE qui fixe des valeurs limites de concentration à ne pas dépasser (voir ci-avant). Elle prévoit pour cela deux phases :

A partir du 1er janvier 2005 :

- valeur limite journalière : la concentration journalière de 50 µg/m³ (moyenne sur 24 h) ne peut pas être dépassée plus de 35 fois (jours) par année civile ;
- valeur limite annuelle : la concentration moyenne annuelle ne peut pas dépasser 40 µg/m³.

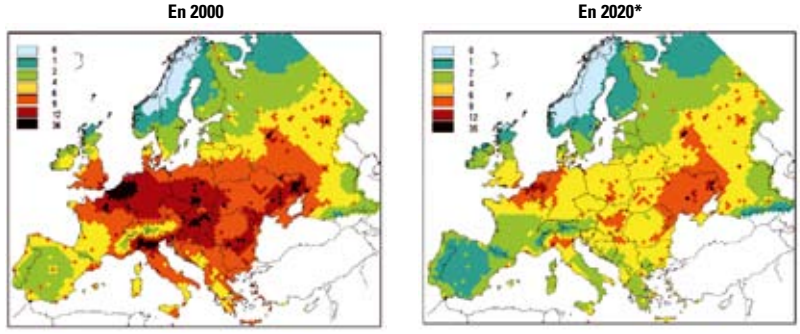
Quels sont les impacts de la pollution par les $PM_{2,5}$ aux niveaux belge et européen ?

Les études les plus récentes effectuées dans le cadre du programme européen CAFE (*Clean Air for Europe*) permettent de chiffrer (à partir des données existantes et de modèles) les impacts des $PM_{2,5}$ sur la population, l'environnement et l'économie des pays de l'Union européenne :

- en Europe (UE 25), les études estiment à 350 000 le nombre de décès prématurés (dont 680 enfants) attribuables à la pollution par les poussières fines. Les $PM_{2,5}$ présentes dans l'atmosphère raccourcissent actuellement l'espérance de vie statistique dans l'UE de 8,6 mois, soit une perte annuelle globale de 3,6 millions d'années de vie ;
- si les politiques décidées à l'heure actuelle sont poursuivies et la législation en vigueur respectée dans l'Union européenne, ce chiffre ne pourra être ramené qu'à 5,5 mois environ (soit une perte annuelle de 2,5 millions d'années de vie ou 272 000 décès prématurés, dont 350 enfants) ;
- il faut également ajouter à ce constat des centaines de milliers de cas de bronchites, des milliers d'hospitalisations ainsi que des millions de journées de médication.

Les conséquences pour la qualité de la vie sont donc graves. Les enfants et les personnes âgées, de même que les personnes souffrant d'asthme ou de maladies cardio-vasculaires, sont particulièrement vulnérables. En termes monétaires, les préjudices que causeraient les particules à la seule santé humaine sont évalués au niveau de l'EU-25 à un montant oscillant entre 189 et 609 milliards d'euros par an, à l'horizon 2020.

Perte statistique d'espérance de vie due aux émissions anthropiques de $PM_{2,5}$ (en mois)



** si l'ensemble de la législation actuellement en vigueur est appliquée*

Source : *IIASA (programme CAFE) : http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/general/keydocs.htm*

En Belgique, la situation apparaît comme particulièrement critique en ce qui concerne les effets des $PM_{2,5}$ sur la santé. La perte de vie estimée en Belgique est la plus élevée de l'Union européenne : elle est estimée à 13,6 mois, ce qui correspond, pour les valeurs de l'an 2000, à près de 13 000 décès prématurés par an, dont 24 enfants. La Belgique est en effet particulièrement touchée par la pollution par les particules du fait de son réseau routier très dense, de la proportion importante de véhicules diesel en circulation [voir TRANS], et surtout de son industrie lourde. En outre, sa situation géographique fait qu'elle reçoit également des poussières fines venant d'autres pays ou régions européennes. Ces importations de particules s'expliquent notamment, par la direction des vents dominants, ainsi que par le trafic maritime intense dans la Mer du Nord et la Manche[20].

A partir du 1er janvier 2010, à titre indicatif :

- la valeur limite journalière de 50 µg/m³ ne pourrait plus être dépassée que 7 jours par an ;
- la valeur limite annuelle serait ramenée à 20 µg/m³. [↘ FIG AIR 5-3 et FIG AIR 5-4]

Ces valeurs limites ont été déterminées en suivant les recommandations de l'OMS de l'époque. En cas de dépassement de ces valeurs, la directive prévoit l'établissement d'un plan d'action pour réduire la pollution. Elle prévoit également l'installation de stations de mesure des concentrations en $PM_{2,5}$ si possible, là où les concentrations en PM_{10} sont déjà mesurées.

Contrôler et réduire les émissions de particules dans l'atmosphère

L'Union européenne n'a jamais développé de stratégie globale en ce qui concerne les émissions de particules. Elle a plutôt envisagé la réduction des émissions à travers la mise en œuvre de différents outils, parmi lesquels :

- la directive 88/609/CEE, abrogée depuis et remplacée par la directive 2001/80/CE relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des grandes installations de combustion ;
- la directive 2000/76/CE relative à l'incinération des déchets [voir DEC 3] ;
- la directive 96/61/CE relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (directive IPPC). Cette directive vise à réduire les émissions atmosphériques de plusieurs types de polluants, dont les poussières, provenant de certaines catégories de sources fixes ;
- l'ensemble des directives européennes, plus connues sous la dénomination de normes Euro, qui visent à faire diminuer progressivement les émissions de polluants atmosphériques – dont les PM_{10} – des voitures neuves mises sur le marché européen [voir TRANS] ;
- La Convention LRTAP, le Protocole de Göteborg et la directive 2001/81/CE fixant les plafonds d'émission nationaux pour certains polluants atmosphériques (directive NEC). Cette dernière vise à réduire les émissions de polluants responsables de l'acidification, de l'eutrophisation et de la formation d'ozone troposphérique, et donc aussi des particules en suspension étant donné que ces polluants interviennent aussi dans la formation de particules secondaires [voir AIR 3].

Par ailleurs, certains composés présents dans les poussières font également l'objet de différentes réglementations à cause de leur toxicité : c'est le cas par exemple des métaux lourds (Protocole de Aarhus) et des polluants organiques persistants (Convention de Stockholm p.ex.) [voir AIR 6].

L'ensemble de ces dispositions législatives ont été transposées en droit wallon et sont, pour certaines, totalement mises en oeuvre ou en cours d'application (directive IPPC p.ex.).

Malgré les actions entreprises, il reste de gros progrès à faire en Région wallonne

Malgré les conséquences importantes que les particules en suspension dans l'air peuvent induire en termes de santé publique, aucun plan d'action d'envergure visant à réduire les émissions de particules fines n'a encore été élaboré en Région wallonne. L'établissement de tels plans constitue pourtant une obligation européenne, dès que des dépassements des valeurs limites sont constatés dans une zone d'évaluation de la qualité de l'air.

Des actions ont néanmoins été mises en place ou programmées afin d'améliorer la situation de manière générale et dans les zones les plus problématiques :

- à travers la législation actuelle sur les permis d'environnement, des conditions relatives aux émissions de particules peuvent être fixées, soit en termes de limites d'émissions, soit en termes de techniques et mesures à mettre en place pour prévenir ou limiter les émissions ;
- la mise en œuvre de la directive IPPC permettra, via la révision des permis d'exploiter des entreprises concernées, d'introduire des limites aux émissions de particules de ces entreprises. Le travail de révision des permis est actuellement en cours et doit être terminé pour fin 2007. Ce n'est qu'après cette date que les effets de réduction des émissions seront effectifs ;
- l'adaptation partielle des réseaux de mesure des concentrations en PM_{10}, se limite jusqu'à présent essentiellement au déplacement de stations existantes. De nouvelles stations de mesure des concentrations en PM_{10} ont été acquises en 2006 et l'achat de stations supplémentaires est programmé pour 2007. Il est également question de développer un modèle d'alerte prédictif des pollutions ;
- la réalisation de plusieurs campagnes de mesures ponctuelles de la qualité de l'air dans la zone particulièrement problématique de Marchienne-au-Pont[22], afin de mieux évaluer le niveau de pollution par les PM_{10} et d'autres composés visés par les directives européennes (benzène, HAP, métaux lourds).

A l'analyse des données disponibles, il apparaît que les zones industrielles de Liège, d'Engis et de Charleroi sont exposées à des niveaux de concentration en particules fines particulièrement élevés. Ceux-ci dépassent systématiquement les normes fixées par la législation européenne. Une campagne de mesures ponctuelle effectuée au printemps 2006 par l'ISSeP dans la zone de Marchienne-au-Pont confirme également cet état de fait. Des efforts importants sont donc nécessaires pour maîtriser la pollution dans ces zones à risques et la ramener le plus rapidement possible à un niveau inférieur aux valeurs limites définies pour la protection de la santé.

En ce qui concerne le reste du territoire wallon, le réseau de mesure des concentrations en PM_{10} est encore incomplet et trop récent pour tirer des conclusions. Il semble néanmoins que des dépassements des valeurs limites autorisées puissent également se produire en milieu urbain, mais de manière moins importante (en nombre et en amplitude) que dans les bassins industriels. Par contre, les stations installées en milieu rural ne présentent pas, selon les données disponibles, de dépassements des valeurs limites actuellement en vigueur.

Enjeux et perspectives

Les particules, une priorité de la nouvelle stratégie thématique sur la pollution atmosphérique au niveau de l'Union européenne

De toutes les problématiques environnementales, la pollution de l'air par les particules en suspension apparaît aujourd'hui comme celle qui a le plus gros impact en termes de santé publique au sein de l'Union européenne. Tant les enjeux en termes de diminution de la durée de vie, de la qualité de la vie, de coûts socio-économiques (nombres de journées de travail perdues) ou d'impacts monétaires en attestent. Compte tenu de ces impacts et de leurs coûts, il serait inconcevable de ne pas adopter de mesures supplémentaires par rapport à celles déjà décidées actuellement.

C'est pourquoi la stratégie thématique de l'Union européenne sur la pollution atmosphérique accorde une place primordiale à la diminution de la pollution par les particules, non seulement les PM_{10}, mais aussi et surtout les $PM_{2,5}$. Cette stratégie sera mise en place à travers notamment la mise en application d'une nouvelle directive[23] sur la qualité de l'air, destinée à remplacer les précédentes et à adapter les objectifs aux informations les plus récentes concernant la qualité de l'air et ses impacts sur la santé et l'environnement. Cette directive introduira notamment des valeurs guides ou des valeurs limites pour les concentrations en $PM_{2,5}$ dans l'air ambiant, en plus de celles en PM_{10}.

Les objectifs de la stratégie européenne

La stratégie définit des objectifs en matière de santé et d'environnement, ainsi que des objectifs de réduction des émissions pour les principaux polluants[24]. Actuellement, il n'est pas possible de déterminer un niveau d'exposition aux particules qui ne présente aucun danger pour la santé humaine. Toutefois, une réduction significative des émissions et des concentrations de ces substances dans l'air ambiant aura des effets bénéfiques en terme de santé publique et engendrera également des bénéfices pour les écosystèmes.

Par rapport à la situation prévalant en 2000, la stratégie fixe des objectifs à long terme (2020), parmi lesquels celui de réduire de 47 % la perte d'espérance de vie liée à l'exposition aux particules. La réalisation de ces objectifs implique de réduire, au niveau européen, les émissions de $PM_{2,5}$ primaires de 59 % par rapport à leur niveau de 2000. La mise en œuvre de cette stratégie entraînera un surcoût progressif par rapport aux dépenses engendrées par les mesures actuelles. Ce surcoût devrait atteindre 7,1 milliards d'euros par an à partir de 2020. Cependant, les études estiment qu'en termes de santé, les économies réalisées grâce à cette stratégie devraient atteindre 42 milliards d'euros par an.

L'OMS révise ses normes sur les $PM_{2,5}$ et PM_{10}

A la lumière des dernières informations disponibles qui confirment de plus en plus le caractère nuisible des particules fines sur la santé humaine, l'OMS a revu en octobre 2005 ses recommandations concernant les particules, en ciblant essentiellement les $PM_{2,5}$. Les valeurs limites à ne pas dépasser sont fixées :

- *pour les $PM_{2,5}$, à 10 µg/m³ en moyenne annuelle et à 25 µg/m³ en moyenne sur 24 heures ;*
- *pour les PM_{10}, à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et à 50 µg/m³ en moyenne sur 24 heures.*

Même s'il ne s'agit pas à l'heure actuelle de valeurs contraignantes, elles montrent néanmoins la nécessité de diminuer les concentrations de particules dans l'air ambiant, afin de réduire efficacement les impacts de ce type de pollution sur la santé humaine.

Et en Région wallonne ?

La Région wallonne a entamé très récemment des campagnes ponctuelles de mesures des $PM_{2,5}$. Etant donné la nocivité de ces fines particules pour la santé humaine, il est indispensable que la Région wallonne étoffe et complète son réseau de mesures des $PM_{2,5}$, conformément à ce qui est prévu par la directive 1999/30/CE.

Par ailleurs, les inventaires d'émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont effectués seulement depuis 2000 en Région wallonne. Comme dans la plupart des pays européens, ces inventaires sont encore imparfaits et insuffisamment documentés. Ils constituent néanmoins un outil incontournable pour identifier les sources d'émissions et quantifier leurs impacts sur l'environnement. La Région wallonne doit donc se donner les moyens d'investir dans une meilleure connaissance (quantitative et qualitative) des particules qu'elle émet dans l'atmosphère.

Les actions entreprises jusqu'à présent en Région wallonne pour réduire la pollution par les particules ne remplacent pas un plan d'action plus global, qui a déjà été annoncé et reporté à plusieurs reprises.

- Un tel plan devrait envisager de manière concertée les réductions d'émissions nécessaires dans le secteur industriel, dans les transports, mais aussi dans les secteurs pour lesquels les émissions de particules sont plus diffuses et moins documentées (comme les émissions du secteur résidentiel p.ex., notamment à cause du manque d'information sur la combustion du bois). Dans ce contexte, l'accent devra être mis sur un contrôle renforcé du respect de la législation (permis d'environnement, incinération sauvage…) mais aussi sur la sensibilisation et l'accompagnement des secteurs les plus polluants ;
- Dans le secteur des transports, les mesures visant à diminuer le nombre de kilomètres parcourus pas les véhicules routiers, ainsi que les mesures favorisant le renouvellement du parc de véhicules en privilégiant le recours aux véhicules répondant aux normes les plus strictes, permettront de réduire les émissions de particules ;
- Des complémentarités devraient être envisagées avec d'autres niveaux de pouvoirs (notamment le niveau fédéral, mais aussi le niveau communal), dans le cadre des compétences respectives de chacun ;
- Un tel plan devrait également appuyer la participation wallonne aux travaux et aux négociations internationales sur le sujet, dans la mesure où la pollution constatée en Région wallonne est, au moins en partie, originaire des régions et pays limitrophes ;

- Enfin, étant donné les impacts graves de la pollution par les particules et leurs composants sur la santé humaine, il serait utile de développer des synergies en matière d'environnement-santé, par exemple à travers la participation wallonne à des études épidémiologiques et toxicologiques à plus grande échelle, pour mieux appréhender les effets des particules (les plus fines en particulier) sur la santé des Wallons.

Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration et/ou relecture :

Benoît DEBAST, Annick FOURMEAUX, Catherine HALLET, Thierry HOSAY, Jean-Paul LEDANT, Andrée MARIJNS, Charles PASSELECQ, Christian TRICOT et Didier VERHEVE

Sources principales

CAFE Scenario Analysis Report 1. 2005. *Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programm.* IIASA, February 2005.

Commission Des Communautés Européenne. 2005. *Stratégie thématique sur la pollution atmosphérique.* COM 2005 (446) final.

European Environment Agency. 2005. *The European environment — State and outlook 2005.* Copenhagen).

ISSeP. 2006 : *Evaluation de la qualité de l'air à Marchienne-au-Pont* (résultats de la campagne de mesures du printemps 2006).

Programme CAFE (Clean Air for Europe) : http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/index.htm

World Health Organization. 2003. *Health Aspects of Air Pollution with particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide.* Report on a WHO Working Group. Bonn, Germany, 13-15 January 2003.

World Health Organization. 2005. *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global Update 2005, Summary of risk assesment.*

World Health Organization. 2005 . *La pollution atmosphérique par les particules en suspension : ses effets nuisibles sur la santé.* Aide-mémoire EURO/04/05. Berlin, Copenhague, Rome, 14 avril 2005.

http://ec.europa.eu/environment/air/ambient.htm

http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html

http://www.acidrain.org/

http://air.wallonie.be

(1) *Total Suspended Particulate*.

(2) Un micron ou micromètre (µm) = un millième de millimètre.

(3) PM pour *Particulate Matter*.

(4) A quelques kilomètres au maximum. Les retombées de poussières sédimentables font l'objet d'un suivi en Région wallonne via un réseau de jauges OWEN localisées aux alentours des sites industriels importants [voir AIR-6].

(5) Les fibres d'amiante font l'objet de mesures et de classifications propres, et ne sont pas reprises dans la catégorie des particules en suspension [voir SANTE 2].

(6) Dans la constitution des inventaires, on considère en général que les véhicules à essence n'émettent pas de particules dans l'air ou alors entre 30 et 100 fois moins qu'un véhicule diesel. Le nombre de véhicules diesel en Région wallonne a augmenté de 88 % entre 1995 et 2006, et dépasse, pour la première fois en 2006, le nombre de véhicules à essence [voir TRANS].

(7) Voir la répartition des émissions en France p.ex. : http://www.citepa.org/emissions/nationale/Poussi%E8res/pm_pm25.htm et http://www.citepa.org/emissions/nationale/Poussi%E8res/pm_pm1.htm

(8) Les agences allemandes et danoises de l'environnement recommandent de contrôler davantage les émissions de PM_{10} issues des systèmes de chauffage au bois. En Allemagne, celles-ci seraient aussi importantes que les émissions issues des transports routiers (Environment Daily, mars 2006).

(9) Les données concernant les particules secondaires sont encore lacunaires, ce qui explique l'imprécision et la grande variabilité des chiffres disponibles à l'heure actuelle.

(10) La mesure des concentrations en particules dans l'air ambiant est difficile à réaliser, et les systèmes actuels de mesure (absorption ß, détection optique…) doivent être continuellement améliorés. La situation est donc paradoxale, car une directive européenne réglemente les concentrations dans l'air d'une manière très précise, alors qu'il y a une grande incertitude sur leur mesure.

(11) Notamment parce qu'elles contiennent des HAP et des métaux lourds.

(12) Le résultat des mesures sont disponibles dans les rapports de l'ISSeP relatifs aux réseaux de surveillance de la qualité de l'air : http://mrw.wallonie.be/dgrne/data/air/1997/index.htm

(13) Il n'y a par contre aucune mesure des TSP dans l'air ambiant. En effet, seule la fraction fine des TSP, à savoir les PM_{10} et les $PM_{2,5}$, peuvent présenter des risques réels pour la santé humaine. Ce sont donc ces deux fractions qui sont ciblées en priorité pour évaluer la qualité de l'air.

(14) A titre de comparaison, la Région bruxelloise compte 5 stations de mesure pour les PM_{10} et 4 stations pour les $PM_{2,5}$. La Région flamande compte 30 stations de mesure pour les PM_{10} et 7 stations pour les $PM_{2,5}$.

(15) 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.

(16) Les mesures de concentrations en PM_{10} peuvent être consultées en direct sur le site de la cellule CELINE : http://www.ircel.be

(17) Probablement à cause des effets de la canicule (fréquence moins importante des précipitations qui ramènent les particules au sol, condensation des gaz…).

(18) Une soixantaine de personne sont décédées pendant un épisode de pollution hivernale aiguë, soit une augmentation de 10,5 % par rapport au taux normal de mortalité saisonnière enregistré à cette époque. Plusieurs milliers de personnes présentèrent également des troubles respiratoires (toux, essoufflement…).

(19) OMS : Aide-mémoire EURO/04/05.

(20) Les calculs effectués pour la Belgique indiquent que la contribution des particules secondaires issues du trafic maritime dans la Manche et la Mer du Nord représentent 5 à 20 % du total des particules secondaires présentes dans l'air ambiant. (Preliminary advice from EMEP for the European Commission : *«The influence of ship traffic emissions on air concentrations of particulate matter»*, nov. 2001)

(21) La directive 80/779/CEE a été totalement abrogée depuis le 1er janvier 2005 et remplacée par la directive 1999/30/CE.

(22) Le rapport de la campagne de mesure est disponible sur http://www.issep.be/page.asp?id=113&langue=FR

(23) Initialement attendue courant 2006, mais toujours en discussion au niveau des institutions européennes.

(24) Il s'agit d'une stratégie visant de manière intégrée plusieurs polluants atmosphériques (PM, ozone, substances acidifiantes…).