

La qualité de l'air et la santé

> Emmanuel MAES

avec la collaboration de Jacques NICOLAS, Suzanne REMY et Louis de SAINT-GEORGES

La pollution de l'air est responsable de la majeure partie des maladies liées à des facteurs environnementaux en Europe. Une vingtaine de m³ d'air passe par nos poumons chaque jour, faisant de l'inhalation une voie d'exposition importante à une série de substances volatiles ou de particules en suspension dont certaines ne sont pas sans danger pour la santé. Pour des raisons liées aux caractéristiques de l'exposition et à la nature des polluants rencontrés, il est courant de distinguer les pollutions de l'air à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

POLLUTION INTÉRIEURE

Sous nos latitudes, la plupart des individus passent 80 à 95 % de leur temps dans une atmosphère intérieure confinée : logements, lieux de travail et de loisir ou moyens de transport.

L'isolation accrue des bâtiments et le taux de ventilation réduit pour économiser l'énergie, l'augmentation incessante de l'utilisation de matériaux synthétiques et de produits chimiques à usage domestique sont des facteurs qui contribuent à concentrer de nombreux polluants dans l'air intérieur.

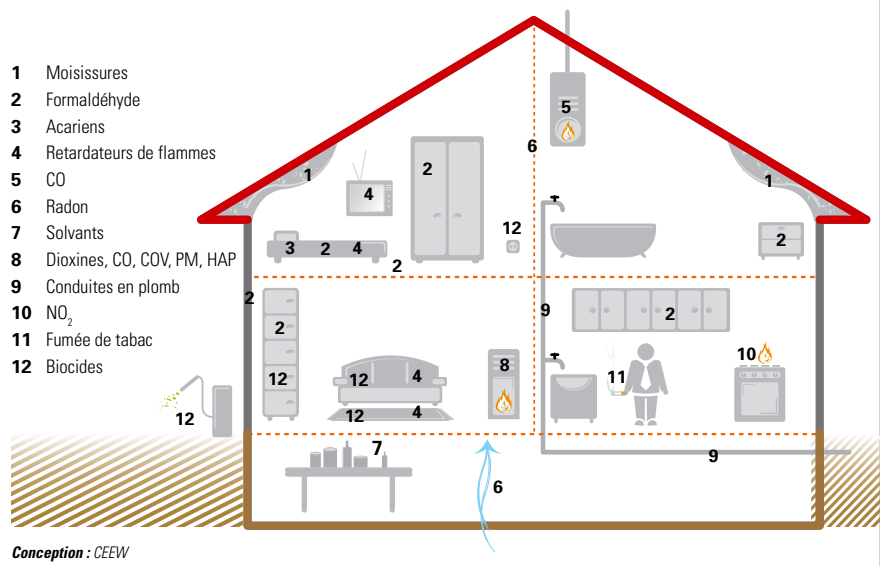
Cette pollution est particulièrement insidieuse :

- elle est généralement très discrète : invisible, inodore ;
- elle semble improbable chez soi, à l'abri des sources extérieures de pollution identifiées ;
- ses effets sur la santé peuvent être quasi immédiats (allergies, asthme, irritation des muqueuses...), ou différés (cancers ou effets neuropsychologiques).

La qualité de l'environnement intérieur dépend de multiples facteurs, y compris bien sûr, de la pollution extérieure. Mais la majorité des substances présentes dans les bâtiments provient de sources intérieures multiples : les matériaux de construction, les revêtements de sol et de murs, les peintures, les installations techniques, y compris les appareils de combustion, l'ameublement et les accessoires, les activités à l'intérieur des bâtiments, les animaux domestiques... [↘ FIG SANTE 2-1]

L'exposition aux polluants intérieurs peut entraîner des symptômes de natures diverses et peu spécifiques [↘ TAB SANTE 2-1]. Leur intensité varie en fonction de la sensibilité individuelle.

FIG SANTE 2-1 Sources de quelques polluants intérieurs dans la maison



Conception : CEEW

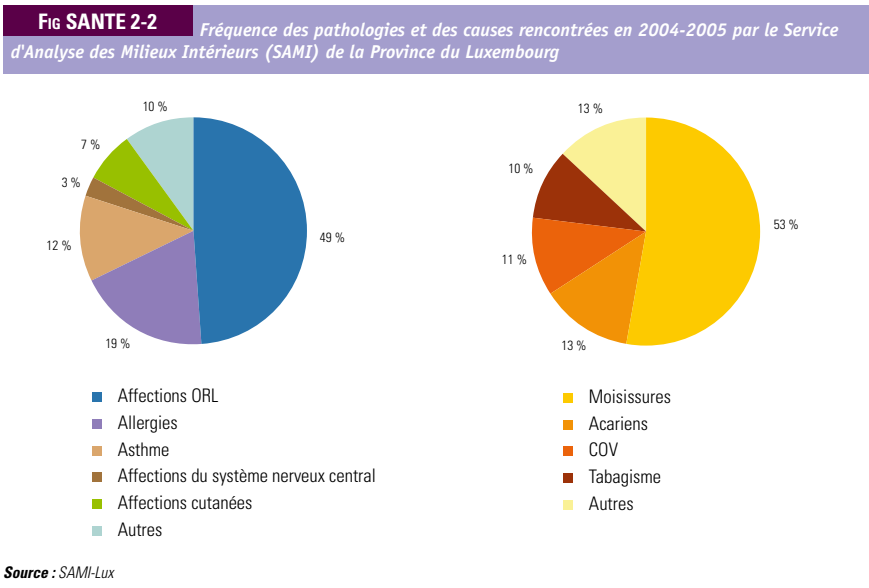
Certains de ces symptômes sont regroupés sous l'appellation générale de Syndrome des Bâtiements Malsains ou *Sick Building Syndrome*. La cause de ce syndrome est mal définie. L'existence de synergies ou d'antagonismes entre les effets des différentes substances présentes dans l'environnement intérieur complique par ailleurs la recherche de la cause : ainsi par exemple, la sensibilité aux acariens peut être augmentée par la présence d'oxyde d'azote.

Selon les Services d'Analyse des Milieux Intérieurs (SAMI) [voir SANTE 9], la majorité des problèmes de santé invoqués sont des affections oto-rhino-laryngologiques (ORL) et la majorité des pollutions détectées sont dues à des problèmes d'humidité et de moisissures [Fig SANTE 2-2]. Ces estimations ne peuvent cependant pas être extrapolées en termes de santé publique étant donné le biais introduit par le fait que les visites des SAMI ne se font que sur prescription médicale.

TAB SANTE 2-1 Effets les plus souvent invoqués dans les cas de pollution de l'air intérieur

Symptômes généraux	Fatigue Difficultés de concentration Maux de tête Nervosité Troubles du sommeil Vertiges Nausées
Symptômes localisés	Au niveau des voies respiratoires : irritation du nez, de la gorge, congestions nasales, éternuement, toux Au niveau des yeux : sécheresse, picotements Au niveau de la peau : sécheresse, démangeaisons
Effets sévères	A court terme : par intoxication ou infection A long terme : cancers, en particulier des voies respiratoires Altérations du système immunitaire

Source : J. Nicolas, ULg



Réglementation wallonne en matière d'isolation et de ventilation des habitations

Depuis 1985, la Région wallonne dispose d'une réglementation relative à l'isolation thermique des logements neufs. Celle-ci a été renforcée en 1996 et encadre désormais l'isolation thermique des immeubles de logement, des immeubles de bureaux et des bâtiments scolaires, qu'ils soient neufs ou soumis à une rénovation. Des exigences y sont spécifiquement définies en matière de ventilation, avec des débits de renouvellement d'air en fonction de l'usage des locaux⁽¹⁾. Ces réglementations ne suffisent cependant pas à répondre aux exigences de la directive 2002/91/CE sur la performance énergétique des bâtiments. C'est pourquoi une révision détaillée du cadre législatif wallon actuel est en cours, en concertation avec les deux autres Régions du pays.

Pollutions intérieures liées aux combustions

Une première série de polluants intérieurs a comme origine la combustion, que ce soit le tabagisme, le chauffage domestique ou la cuisson des aliments.

Tabagisme passif

Le tabagisme constitue la principale source de pollution à l'intérieur des bâtiments où séjournent des fumeurs. La fumée de cigarette diffuse en effet plus de 3 800 substances, parmi lesquelles des substances toxiques -oxydes

d'azote, monoxyde de carbone, ammoniac, nicotine...-, des inhibiteurs du mouvement ciliaire des cellules du système respiratoire -formaldéhyde, benzène, acroléine, acétone, acide formique...-, et plus de quarante substances cancérigènes.

Les principaux effets du tabagisme passif sont l'irritation de la gorge, du nez et des yeux, la cataracte, des troubles respiratoires, l'asthme, le cancer du poumon et des maladies cardiovasculaires. L'OMS estime qu'environ 10 % des cancers du poumon chez les non-fumeurs seraient dus à l'exposition à la fumée de cigarette ambiante.

La mortalité liée au tabagisme passif est estimée à 2200 décès par an en Belgique -soit davantage que les accidents de la route responsables de 1500 décès par an- et à 79 000 décès par an dans l'Europe des 25.

Face à l'ampleur du problème, le Ministre fédéral de la Santé Publique a mis au point un plan fédéral de lutte contre le tabagisme⁽²⁾ comprenant diverses mesures dont l'interdiction de fumer dans les lieux publics, en particulier sur le lieu de travail et dans le secteur Horeca. Ces mesures ne concernent pas l'habitat privé.

Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore, très diffusible et de densité très

proche de celle de l'air, produit lors de la combustion incomplète de substances organiques (carburants, combustibles...).

L'action toxique du CO sur la santé résulte du fait qu'il entre en compétition avec l'oxygène au niveau de l'hémoglobine. Le manque d'oxygénation des organes qui en résulte entraîne l'hypoxie, dont les conséquences sont particulièrement sensibles au niveau du système nerveux central, du myocarde et du fœtus en cas de grossesse.

Son émission peut être réduite par une bonne ventilation des pièces de la maison, en particulier des pièces équipées d'un chauffe-eau, et par une maintenance efficace des systèmes de chauffage et des conduits d'évacuation.

Le CO tue chaque année !

Chaque année, le CO est responsable de plusieurs centaines d'intoxications. En 2005 en Belgique, le CO a été à l'origine de 576 accidents, ayant fait 1224 victimes dont 29 décès⁽³⁾. La majorité des accidents survenant à domicile se produisent dans une salle de bain équipée d'un chauffe-eau non raccordé à un conduit d'évacuation des fumées (40 % des cas). D'autres origines peuvent être les appareils de chauffage dont la cheminée est obstruée (défaut de ramonage par exemple), les incendies, ou encore l'usage de moteurs à explosion (voiture, tondeuse à gazon, tronçonneuse) dans un espace confiné (garage par exemple). L'évolution annuelle du nombre d'intoxications présente un pic saisonnier : il s'élève progressivement à partir d'octobre pour culminer durant les mois d'hiver, de janvier à mars, et décroître ensuite progressivement. Le CO touche essentiellement la population jeune : plus de 50 % des intoxiqués ont moins de 30 ans et 70 % moins de 40 ans.

Dioxyde d'azote

D'autres sous-produits de la combustion, surtout à température élevée, sont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Le NO est un composé instable qui, à température ambiante, se combine à l'oxygène pour former du NO₂. Le NO est donc présent en faible quantité dans l'air et la toxicité des oxydes d'azote est essentiellement due au NO₂. Les émissions d'oxydes d'azote dans l'habitat sont principalement liées à l'utilisation de chauffe-eau

et de cuisinières à gaz. Elles sont temporaires et surviennent surtout au moment de la préparation des repas dans certaines cuisines mal ventilées.

Le NO₂ est un gaz brunâtre, d'odeur piquante, qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires ; les asthmatiques et les sujets atteints de bronchite chronique y sont particulièrement sensibles, même à des concentrations peu élevées. Irritation des voies respiratoires, crises d'asthme, toux et diminution de la résistance aux microbes pathogènes sont des effets associés à l'exposition aux oxydes d'azote.

Une bonne ventilation de la cuisine (hotte) suffit en général pour éviter de trop fortes concentrations.

Substances chimiques préoccupantes pour la santé dans l'habitat

Les Composés Organiques Volatils (COV) et les produits biocides sont des substances toxiques auxquelles on est particulièrement exposé dans certains milieux intérieurs.

Composés Organiques Volatils (COV)

Les COV sont des substances chimiques organiques qui passent facilement à l'état de vapeur à température ambiante et à pression atmosphérique. Cette volatilité facilite la propagation de ces substances assez loin du lieu d'émission. Or les COV sont présents dans de nombreuses applications d'usage courant, notamment dans les bâtiments [↘ TAB SANTE 2-2].

Une fraction des COV inhalés par l'organisme pénètre dans le sang. Ces composés subissent alors des bio-transformations, notamment dans le foie, organe de détoxification, puis sont en partie éliminés avec leurs métabolites dans l'urine ou la sueur. Mais cette action de détoxification a des limites : elle peut s'accompagner de la formation de produits intermédiaires toxiques pour l'organisme, dont les effets peuvent aller de la réaction allergique à l'initiation d'un cancer.

Formaldéhyde

Le formaldéhyde (formol) est l'un des produits les plus incriminés dans l'ambiance intérieure parce qu'il est largement utilisé dans les matériaux de construction et les produits manufacturés.

Les sources principales de formol sont les résines et les colles à base d'urée-formol ou de phénol-formol qui interviennent dans la fabrication des panneaux contreplaqués et agglomérés de bois ou de particules, fréquemment utilisés dans la maison (meubles, placards, sous-planchers, habillage de lavabos et baignoires, cloisons, plafonds...). Les émanations diminuent avec l'âge des matériaux, mais peuvent persister durant plusieurs années ; elles augmentent avec la température et l'humidité, parfois sous l'action de moisissures capables de dégrader des substances réputées stables (mousses urée-formol par exemple). Les cuisines, souvent chaudes et humides et fréquemment aménagées avec des éléments en aggloméré, présentent des concentrations en formaldéhyde généralement plus élevées que les autres pièces de la maison.

On peut également trouver du formaldéhyde dans certaines peintures à l'eau, dans les produits cosmétiques, différentes colles et les tissus d'ameublement.

Les problèmes de santé liés au formol sont essentiellement des irritations du nez et de la gorge, des maux de tête, une fatigue générale et des troubles de concentration. Le formol est par ailleurs impliqué dans le développement de certains cancers des voies respiratoires, en particulier chez des personnes professionnellement exposées ; il est classé par l'IARC comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1).

Du formol à la maison

Au Grand-Duché de Luxembourg, où le service de médecine de l'environnement fonctionne depuis 1994, sur 510 visites à domicile effectuées en 2004, une pollution de l'air ambiant des habitations par le formaldéhyde a pu être constatée dans 86 cas, dont 16 dépassaient la valeur guide de 100 µg/m³ définie par l'OMS pour l'air ambiant. Sur la période 2000-2003, la Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure (CRIPI) a mesuré une valeur supérieure à 100 µg/m³ dans 5 cas sur 317, alors que la valeur de 10 µg/m³, seuil de perception pour les personnes sensibles, était dépassée dans 75 % des cas. C'est surtout dans les chambres des enfants, aménagées avec des meubles récents, que les plus hautes concentrations en formaldéhyde étaient enregistrées.

Le meilleur moyen d'éviter l'exposition au formaldéhyde est de faire en sorte qu'il n'y ait plus d'émission, ce à quoi devraient mener les politiques de produits relatives à l'environnement intérieur [voir SANTE 9]. En attendant, l'exposition au formaldéhyde peut être réduite en évitant de surcharger les pièces de meubles contenant des panneaux de bois aggloméré, en aérant le plus possible, en laissant reposer les meubles nouvellement achetés avant de les placer dans les pièces habitées (surtout les chambres occupées par des enfants ou une femme enceinte) et, si nécessaire, en couvrant les bords des panneaux d'un enduit étanche. Il s'agit également d'éviter, dans la mesure du possible, les peintures, colles et cosmétiques à base de formaldéhyde.

TAB SANTE 2-2 Principales sources de COV dans les milieux intérieurs

Source	COV concernés
Peintures, laques, vernis	White spirit (dérivés du pétrole), xylènes, toluène, isopropanol, isobutanol
Colles	Formaldéhyde, toluène, acétone, hexane, heptane
Produits de nettoyage et d'entretien	Toluène (notamment)
Produits cosmétiques	Alcools, acétone, formaldéhyde
Encres	Toluène, xylène, cyclohexane, butanol, isopropanol, trichloroéthane
Bois traités	Toluène
Fumée de cigarette	Benzène et de nombreux autres COV

Source : J. Nicolas, ULg

Solvants

On trouve plusieurs familles de solvants organiques. Parmi elles, les hydrocarbures aromatiques -plus particulièrement les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes)- et les solvants chlorés (trichloréthylène, trichlorométhane ou chloroforme...) possèdent des propriétés chimiques qui les ont conduit à une large utilisation.

On retrouve ces deux familles de solvants dans l'essence, dans les peintures fraîches, les vernis, les colles, les vitrificateurs, les décapants et les bois traités. Ils sont également employés pour diluer les encres d'imprimerie, ce qui expose particulièrement les imprimeurs et les libraires.

Ces composés sont toxiques pour le foie et ont un effet sur le système nerveux central. Ils peuvent provoquer des irritations des muqueuses des voies respiratoires et des yeux, des maux de tête, le syndrome de fatigue chronique ou une sensibilité accrue aux substances chimiques. En outre, bon nombre d'entre eux sont des cancérigènes avérés ou suspectés : le benzène, classé par l'IARC comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1), peut provoquer un cancer du poumon et une leucémie ; le trichloroéthylène est un cancérigène probable (Groupe 2A), l'éthylbenzène et le trichlorométhane (ou chloroforme) sont des cancérigènes possibles (Groupe 2B).

Des BTEX chez soi

Pour la période 2000-2003, la CRIPI à Bruxelles a mesuré des concentrations en benzène supérieures à la norme européenne de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne annuelle) dans 151 des 317 logements inspectés. Les concentrations en toluène dépassaient la valeur-guide de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne hebdomadaire) définie par l'OMS dans 5 de ces logements. Sur l'année 2005, au Grand-Duché de Luxembourg, des dépassements des valeurs limites étaient observés dans 10 logements sur 506 pour le toluène et dans 8 logements sur 506 pour le benzène.

Il est recommandé de mettre tout en œuvre pour limiter l'exposition : préférer les peintures en phase aqueuse, ne pas occuper trop rapidement les pièces rénovées, bien aérer avant et pendant les travaux, ne pas faire tourner la

voiture dans un garage fermé, éviter l'entreposage de bidons d'essence dans des endroits clos (voiture, garage).

Biocides

Les sources de produits biocides sont nombreuses dans les habitations ; il s'agit :

- des bois, tapis, meubles, textiles, cuirs (canapés, fauteuils), moquettes... qui en sont très souvent imprégnés pour éviter le développement de champignons ou la prolifération des insectes ravageurs ; les produits sont dans ce cas respirés ou ingérés au niveau du support -par exemple par les enfants qui courent à quatre pattes sur les tapis- ou sont mis en suspension dans l'air et se retrouvent sous forme de poussières que l'on inhale ;
- de l'usage domestique de plaquettes, aérosols, diffuseurs électriques, colliers antiparasitaires, diffusant des produits biocides dans l'air ambiant.

L'exposition à ces produits est renforcée par le fait que leur biodégradation est fortement ralentie, car ils sont protégés de la lumière solaire, de la pluie, des températures extrêmes et de la plupart des actions microbiennes. C'est ainsi que certaines substances (pentachlorophénol p. ex., agent de traitement du bois) restent présentes dans l'environnement intérieur longtemps après leur retrait du marché.

Les biocides domestiques appartiennent généralement à l'un des trois groupes chimiques suivants : les organochlorés -pour la plupart interdits aujourd'hui-, les organophosphorés (parathion, malathion, dichlorvos) et les insecticides à base de pyrèthre naturel ou de leurs substitut synthétiques, les pyrèthrinoïdes (perméthrine, cyperméthrine). Ces produits sont toxiques : on note, parmi les effets aigus, l'irritation des voies aériennes supérieures, des dermatites de contact, des perturbations de l'équilibre, et, parmi les effets chroniques, des cancers, la perturbation du développement du fœtus, le dérèglement des systèmes reproducteur, endocrinien, immunitaire et nerveux central.

On peut difficilement réduire l'exposition aux biocides imprégnés en usine dans les matériaux

et mobiliers de la maison ; l'information très fragmentaire ou inexistante du fabricant sur les substances éventuellement utilisées ne permet pas de faire des choix de consommation qui iraient dans ce sens. Par contre, l'usage des biocides peut être mieux maîtrisé dans la maison ou les jardins, à condition :

- de s'interroger sur la pertinence réelle du traitement ;
- de privilégier les méthodes alternatives, tels que les végétaux répulsifs pour lutter contre certains insectes ;
- lorsqu'un traitement est nécessaire, de respecter strictement les conditions d'utilisation et les dosages, et de veiller à une bonne aération et un bon nettoyage des pièces traitées.

Retardateurs de flamme

Les retardateurs de flamme sont des composés organiques contenant des halogènes (du brome, parfois du chlore), utilisés pour prévenir la combustion et/ou retarder la propagation du feu dans divers matériaux synthétiques (plastiques, mousses, résines, textiles). Lorsqu'il y a dégagement de chaleur, ils se décomposent rapidement pour libérer des radicaux halogénés qui étouffent les flammes. Les composés bromés sont connus sous les abréviations PBDE, HBCD ou TBBP notamment.

On retrouve des retardateurs de flamme dans une large gamme de produits de consommation : appareils électriques et électroniques, véhicules, systèmes d'éclairage, tapis... et dans de nombreux compartiments de l'environnement en concentrations croissantes. Leur bioaccumulation dans la faune sauvage est démontrée⁽⁴⁾. Diverses études, européennes et américaines notamment, attestent leur présence dans le sang et le lait maternel à des concentrations faibles, mais croissantes dans le temps⁽⁵⁾.

Les effets toxiques de ces composés sont encore mal connus. On les soupçonne d'avoir des effets sur le développement du système nerveux et de perturber le système endocrinien. Des données indiquent par ailleurs que certains retardateurs de flamme bromés contiennent ou produisent lors de leur incinération ou de leur dégradation dans l'environnement des analogues bromés des dioxines et furanes (PBDD et PBDF)⁽⁶⁾, qui

pourraient être aussi toxiques que les dioxines et furanes proprement dits (PCDD et PCDF)⁽⁷⁾.

Bioaérosols

Les bioaérosols sont des particules produites par des êtres vivants et mises en suspension dans l'air. Elles peuvent être inhalées et provoquer divers problèmes de santé. Il peut s'agir de bactéries, de spores de moisissures, de déjections et débris d'insectes, de poils et d'excréments d'animaux, de desquamations humaines ou encore de pollens. Ils peuvent contenir des allergènes et diverses toxines (mycotoxines par exemple).

Acariens

Dans les habitations, les micro-organismes animaux les plus connus sont les acariens, principaux constituants de la «poussière de maison». Ce sont des arachnides microscopiques (200 à 500 µm) dont certaines espèces s'installent principalement dans les matelas ou les tapis, où elles apprécient la chaleur et l'humidité et se nourrissent des sécrétions corporelles.

Ils ne sont pas dangereux en eux-mêmes, mais leurs déjections contiennent des protéines allergisantes, susceptibles de provoquer des rhinites allergiques et de l'asthme bronchique. Chez les individus sensibles, des crises d'asthme bronchique peuvent apparaître pour des concentrations en déjections d'acariens aussi minimes que 2 µg/g de poussière.

L'utilisation de housses entourant hermétiquement le matelas, le lavage (min. 60°C) des draps toutes les semaines et des couettes deux fois par an, l'utilisation de matelas en latex naturel, la suppression des tapis, tentures, animaux en peluche... sont les mesures à prendre en cas de problèmes. Il convient également de dépoussiérer les meubles avec un chiffon légèrement humidifié, de manière à ne pas remettre en suspension les poussières, et de diminuer le taux d'humidité de l'air qui devrait idéalement se situer vers les 50 %.

Moisissures

D'autres bioaérosols sont produits par les moisissures, champignons microscopiques dont l'odeur est assez caractéristique et qui constituent la cause du plus grand nombre de plaintes dans la population en matière de pollution intérieure [↘ Fig SANTE 2-2]. On trouve une grande diversité d'espèces en fonction des conditions rencontrées, les espèces les plus courantes appartenant aux genres *Aspergillus*, *Cladosporium* et *Penicillium*. Dans la maison, elles se développent surtout dans les pièces humides ou mal ventilées (salle de bain/douche, cave, cuisine).

Les effets des moisissures sur la santé sont essentiellement imputables à l'inhalation de spores. Ils se manifestent surtout par des allergies et des affections respiratoires chez les sujets sensibles, parfois par des intoxications ou des effets neurotoxiques pour certaines espèces produisant des spores contenant des mycotoxines (*Stachybotrys chartarum* par exemple, responsable dans le monde de quelques dizaines de cas d'hémorragies pulmonaires chez des enfants exposés à des locaux dégradés suite à une inondation). Si nécessaire, un prélèvement et une mise en culture permettent d'évaluer les risques et d'identifier les espèces présentes ; mais dans tous les cas, il faut recommander l'élimination des moisissures dans l'habitat. Pour éviter leur prolifération, il faut aérer souvent et éviter l'humidité excessive liée par exemple au séchage du linge dans les chambres à coucher, à des infiltrations d'eau..., et laisser les murs «respirer», en évitant les enduits ou revêtements étanches.

Légionelles

Enfin, les *legionella* sont régulièrement mentionnées dans les problèmes de qualité de l'air intérieur. Il s'agit de bactéries qui affectionnent particulièrement les réseaux d'eau chaude (25°C - 45°C), mais séjournent également dans les réseaux d'eau froide et dans les réservoirs des tours de refroidissement des installations de climatisation. Elles se retrouvent dans l'air sous forme d'aérosols formés au niveau des robinets, douches, jacuzzi... Une fois inhalées, elles peuvent entraîner deux types de maladies respiratoires : la fièvre de Pontiac, état grippal

bénin à guérison spontanée, ou la légionellose, dont la mortalité atteint 12 %. La légionellose reste heureusement peu fréquente ; elle survient principalement dans les collectivités (hôpitaux, maisons de repos...). Ces problèmes peuvent être évités par des pratiques de bonne gestion des températures dans les circuits d'eau intérieurs.

Radon

Bien qu'émetteur de radiations ionisantes, et dès lors composante de l'environnement physique traité plus loin [voir SANTE 6], le radon est typiquement un polluant affectant la qualité de l'air intérieur.

Le radon est un gaz naturel radioactif, présent à faible concentration dans presque tous les types de sol et de roches. Il est incolore et inodore. Ses isotopes les plus abondants, le radon-222 et le radon-220, sont des émetteurs de particules α donnant naissance à de nombreux autres radioéléments à prendre également en compte lors de l'évaluation de l'exposition.

Le radon naturellement présent dans le sol s'infiltré à l'intérieur des bâtiments par diverses voies [↘ Fig SANTE 2-3]. Son accumulation dans l'air intérieur est facilitée par les écarts entre températures intérieure et extérieure et les mouvements d'air que cela entraîne (effet «de cheminée») et concerne davantage les niveaux proches du sol (caves, rez-de-chaussée) que les étages.

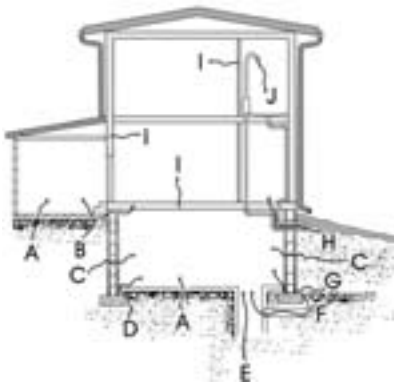
Certains matériaux de construction tels que la pierre, les plâtres et plaques de plâtre contenant du phosphogypse, le ciment, le béton, sont également une source de radon.

De nombreux facteurs influencent la concentration en radon dans les bâtiments : la nature du sol et en particulier la concentration en uranium dans les roches sous la maison, les facteurs météorologiques (température, pression, humidité, vent), le type de construction, l'occupation et le mode de vie des habitants. La température comme la ventilation étant fonction des saisons, la quantité de radon présente dans les bâtiments fluctue au cours de l'année ; elle est généralement plus élevée en hiver qu'en été et peut même varier d'heure en heure avec

l'ouverture de portes ou de fenêtres.

Dans les régions où la teneur en radon dans le sol est élevée, les concentrations peuvent aussi être importantes dans les eaux souterraines, et notamment dans l'eau pompée directement du sol, comme par exemple d'un puits privé. Le radon dissout dans l'eau s'en échappe lorsque l'eau est exposée à l'air, surtout s'il y a agitation.

Fig SANTE 2-3 Infiltration du radon dans un bâtiment



L'infiltration s'effectue à partir :

- du sous-sol (A-H) :
 - via des fissures dans les dalles coulées ou préfabriquées (A, B),
 - via les fissures et joints entre les murs de fondation (C, G),
 - via les joints entre la dalle et la paroi (D),
 - à partir du sol nu (E),
 - via un drain (F),
 - via les passages des canalisations (H) ;
- des matériaux de construction (I) ;
- d'eau souterraine prélevée dans un puits (J).

Source : CEN-SCK

Des niveaux d'exposition relativement faibles

En Belgique, les concentrations en radon dans les habitations sont en moyenne relativement faibles. Elles sont plus élevées en Wallonie (70 Bq/m³) qu'en Flandre (35 Bq/m³) pour des raisons liées à la richesse en uranium des matériaux géologiques.

Les valeurs varient fortement d'un endroit à l'autre. Elles sont plus élevées en Haute Belgique, en particulier dans le Condroz et

l'Ardenne, où les roches anciennes, fracturées, parfois riches en uranium libèrent du radon qui atteint l'air libre sans rencontrer de couche argileuse imperméable. Plus ponctuellement, la ville de Visé et quelques sites du Brabant wallon, notamment Court-St-Etienne et Villers-la-Ville, présentent également des teneurs plus élevées.

La carte SANTE 2-1 donne la proportion d'habitations dans lesquelles la concentration en radon dépasse la limite de 400 Bq/m³ définie au niveau européen pour les habitations existantes⁽⁸⁾. Dans certaines parties de la province de Liège et de Luxembourg, la concentration en radon dépasse 400 Bq/m³ dans 10 % des habitations et 1000 Bq/m³ dans environ 4 % des habitations.

Radon et cancer du poumon

L'exposition au radon se fait principalement par inhalation. Le radon, inerte, ne se fixe pas dans les tissus de l'appareil respiratoire et quitte les poumons à l'expiration. Par contre, ses produits de décroissance sont des éléments solides, radioactifs eux aussi, capables d'adhérer à la poussière en suspension dans l'air, à la fumée de tabac, aux aérosols et de se déposer sur les bronches et les parois des poumons après inhalation. Il en résulte que la plus grosse part de l'irradiation n'est pas due au radon lui-même,

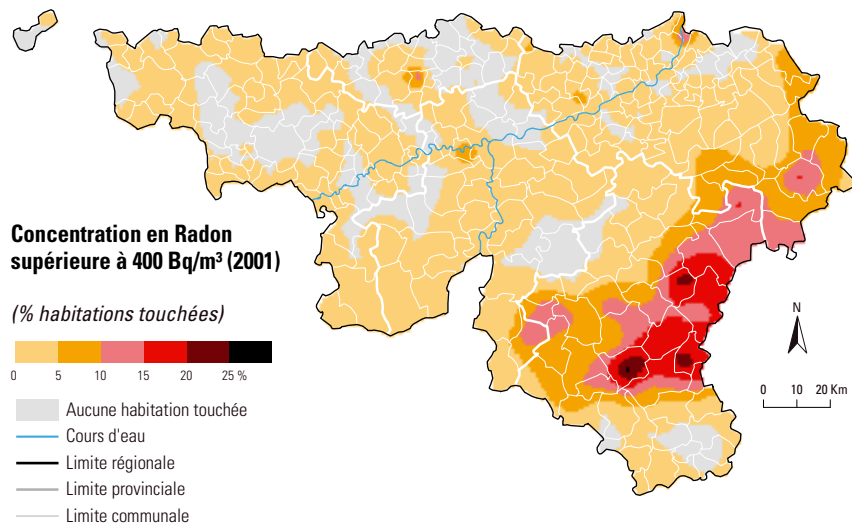
mais à ses éléments-fils qui provoquent une irradiation interne par émission de particules α et β .

Cette irradiation est une cause de cancer du poumon, indifférenciable du cancer du poumon induit par d'autres agents comme le tabac. Selon une vaste étude européenne⁽⁹⁾, 9 % des décès par cancer du poumon peuvent être attribués au radon en Europe. Le radon est classé par l'IARC comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1).

Il n'existe pas de seuil de concentration sous lequel le risque de développer un cancer est nul, mais ce risque augmente avec la concentration en radon dans l'air inhalé et la durée d'exposition. Pour une durée d'exposition de 30 ans, le risque supplémentaire de cancer augmenterait de 16 % chaque fois que les niveaux d'exposition moyens dans la maison augmentent de 100 Bq/m³⁽⁹⁾. Pour les fumeurs, ce risque est environ 25 fois plus grand en raison de synergies entre les effets nocifs de la fumée de tabac et du radon.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de norme obligatoire en matière de concentration en radon, ni en Belgique, ni au niveau européen. Toutefois, la Commission européenne recommande que les concentrations en radon restent inférieures à 400 Bq/m³ dans les habitations existantes et

CARTE SANTE 2-1



Source : CEN-SCK

200 Bq/m³ dans les nouvelles constructions. Dans la pratique, il est recommandé de prêter attention au problème et d'envisager des solutions à partir d'une concentration dans l'habitat de 400 Bq/m³. Au-delà de 1000 Bq/m³, des actions sont requises.

Réduire les concentrations en radon dans les habitations

Lorsque les mesures indiquent des concentrations supérieures à 400 Bq/m³, différentes méthodes peuvent être mises en œuvre pour les réduire. A titre d'exemple, on peut citer :

- la ventilation du sous-sol et des pièces d'habitations (rez-de-chaussée) ;
- le colmatage de fissures dans la dalle de sous-sol ;
- l'étanchéification du sol et des murs de la cave, ou du sol recouvrant les caves ou le vide ventilé.

Ces techniques sont à adapter au cas par cas en fonction des caractéristiques de l'habitation.

La figure SANTE 2-4 illustre les variations de concentration en radon avant (1800 Bq/m³) et après (200 Bq/m³) l'application de telles mesures.

Amiante et fibres minérales artificielles

L'amiante désigne une famille de minéraux fibreux qui ont été largement utilisés dans l'industrie et la construction pour leurs propriétés mécaniques et thermiques remarquables et leur

faible coût. Les applications furent nombreuses : isolation thermique (joints de fours, isolants d'organes de chauffage...), isolation électrique, portes coupe-feu, plaques murales (en asbeste-ciment), ardoises artificielles (Eternit), bijoux, ustensiles de cuisine...

Les fibres d'amiante sont pathogènes par inhalation : elles atteignent les alvéoles pulmonaires et peuvent y provoquer des pathologies bénignes comme des plaques pleurales (épaississement de la plèvre), ou plus graves comme l'asbestose (fibrose pulmonaire gênant la respiration), le cancer broncho-pulmonaire non spécifique à l'amiante, ou le mésothéliome de la plèvre ou du péritoine, dont l'amiante est le seul facteur déclenchant connu. L'amiante est classé par l'IARC comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1).

Les pathologies se développent parfois plusieurs dizaines d'années après l'exposition. Leur sévérité dépend de facteurs tels que la nature et la taille des fibres inhalées, la durée et la fréquence d'exposition, l'exposition simultanée à d'autres facteurs cancérigènes comme le tabac qui, pour une même exposition à l'amiante, multiplie par 10 le risque de développer un cancer broncho-pulmonaire. Si l'asbestose et le cancer broncho-pulmonaire sont typiques des expositions professionnelles, les pathologies pleurales bénignes et le mésothéliome ne sont pas nécessairement liés à une exposition importante.

La législation belge, de plus en plus sévère depuis 1980, a abouti à une interdiction de la plupart

des produits contenant de l'amiante à partir de 1998 et à une interdiction générale depuis le 1^{er} janvier 2005, conformément à la législation européenne (DIR 99/77 du 26 juillet 1999).

Néanmoins, le problème de l'exposition à l'amiante reste d'actualité lors de travaux de nettoyage, de réparation, d'enlèvement, de rénovation, de démolition et de mise en décharge de matériaux contenant de l'amiante.

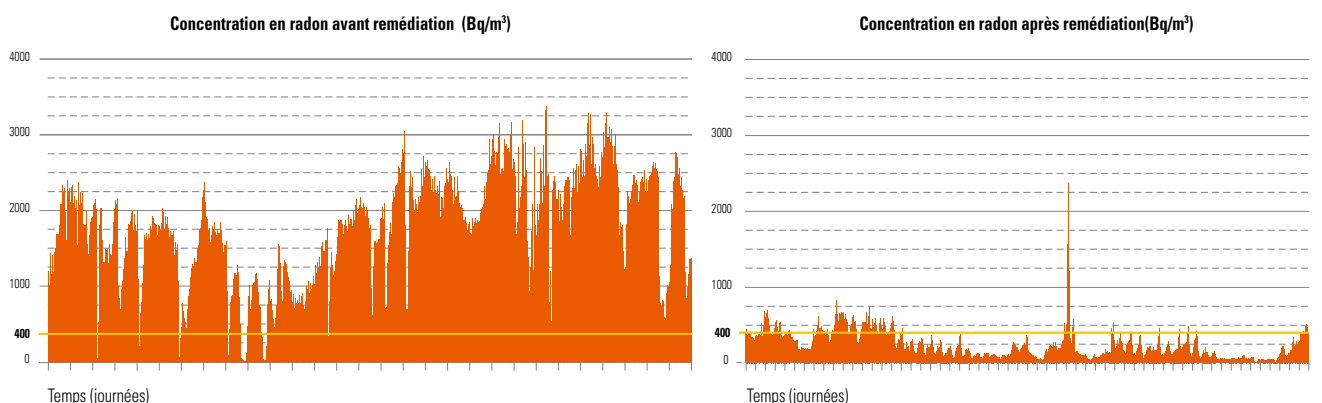
Une association pour défendre les victimes de l'amiante

En Belgique, l'Association Belge des Victimes de l'Amiante⁽¹¹⁾ lutte pour la reconnaissance et l'indemnisation des victimes de l'amiante dans notre pays. Selon des estimations faites en Grande-Bretagne⁽¹²⁾, le nombre de victimes devrait aller croissant dans les pays industrialisés jusque dans les années 2020. A noter que les victimes ne se comptent pas seulement parmi les ex-travailleurs de l'industrie de l'amiante ; il s'agit également d'anciens utilisateurs de l'amiante -en particulier des ouvriers du bâtiment-, ou de riverains d'anciennes entreprises productrices.

L'âge du bâtiment peut fournir une indication sur la présence potentielle d'amiante : interdite depuis 1998, l'amiante peut être présente dans les bâtiments construits ou rénovés avant cette date, avec une pointe d'utilisation entre les années '60 et '80. Les factures d'achat de matériaux constituent aussi une source d'information. Un diagnostic peut être établi après prélèvement et analyse de fibres au microscope.

Il convient de porter une attention particulière aux plafonds «floqués», à l'isolation de

FIG SANTE 2-4 Evolution des concentrations en radon dans une habitation avant et après l'application de mesures correctrices



Source : CEN-SCK

tuyaux de chauffage et aux couvertures de toiture (attention notamment au démoussage de toitures en ardoises artificielles, qui remet en suspension les poussières d'amiante). En ce qui concerne l'asbeste-ciment, le risque est nettement moins important que celui de l'amiante floquée ou des joints de fours puisque les fibres d'amiante sont immobilisées dans une matrice solide, qui ne dégage pas de fibres. Il serait même plus dangereux de vouloir enlever les dispositifs en asbeste-ciment que de les laisser où ils sont. Par contre, il faut éviter de forer ou de scier ces matériaux.

Comment gérer ses déchets d'amiante ?

Tous les déchets d'amiante, y compris ceux d'asbeste-ciment, sont considérés par la législation comme «déchets dangereux». Ils ne peuvent suivre la filière des déchets ménagers et ne sont pas -sauf cas exceptionnels- acceptés dans les parcs à conteneurs. Le retrait et le transport des déchets d'amiante doivent être effectués par une entreprise agréée. Ces déchets sont enrobés dans du béton et mis en décharge de classe 1 ou détruits par traitement thermique.

En ce qui concerne les déchets d'asbeste-ciment, certains centres de recyclage des déchets de construction et certaines intercommunales permettent aux particuliers de s'en débarrasser selon diverses modalités (vente de sacs à double paroi notamment)⁽¹⁰⁾.

Prudence avec les fibres minérales artificielles

Les dangers de l'amiante posent la question des risques pour la santé des fibres minérales synthétiques telles que les laines minérales (laine de verre, laine de roche, laine de scorie), les fibres réfractaires utilisées comme isolant industriel et certaines fibres de verre. C'est principalement la taille de ces fibres qui détermine leur capacité à atteindre les poumons et à y persister. Généralement, ces fibres présentent un diamètre moyen supérieur à celui des fibres d'amiante, ce qui les rendrait moins dangereuses pour autant que les variations autour de ce diamètre moyen restent faibles. A l'heure actuelle, la laine de verre, la laine de roche et la laine de scorie sont non classables comme cancérogènes pour l'homme (Groupe 3) selon l'IARC. Par contre, les fibres réfractaires et certaines fibres de verre sont classées comme cancérogènes possibles pour l'homme (Groupe 2B). Par mesure de précaution, et parce que le contact avec ces fibres peut provoquer des irritations de la peau, des yeux et du nez, il reste recommandé de porter gants, vêtements fermés, masque et lunettes de protection lorsque l'on manipule ces matériaux.

Plomb

Dans la maison, les risques liés au plomb résultent essentiellement de l'ingestion de poussières et d'écaillés d'anciennes peintures contenant du plomb (peintures utilisées jusqu'à la fin des années 40), en particulier par de jeunes enfants qui pourraient apprécier leur goût sucré. Ce risque survient en particulier lors de travaux de rénovation de logements anciens qui sont susceptibles de mettre en suspension dans l'air des poussières et particules riches en plomb. Pour réduire ce risque, il faut empêcher le contact direct avec la peinture, éviter le ponçage ou le décapage thermique des vieilles peintures, et prendre quelques mesures de sécurité : mouillage préalable de la peinture, port d'un masque, évacuation des déchets vers un parc à conteneurs.

La consommation d'eau de distribution transitant encore par des conduites en plomb ou soudées à l'étain-plomb [voir SANTÉ 3] et l'usage de certains produits cosmétiques (teintures capillaires) sont d'autres sources d'exposition moins préoccupantes.

Le saturnisme évoque, de manière générale, l'intoxication au plomb, ses vapeurs ou ses sels, qui pénètrent dans l'organisme par voie digestive ou respiratoire, et qui peuvent entraîner des troubles hématologiques, neurologiques ou rénaux. Les signes cliniques d'un saturnisme chronique sont peu spécifiques : coliques, lésions rétinienne, manifestations rénales ou digestives, anémie, retard

de croissance, troubles du comportement, du sommeil ou des performances cognitives... Les enfants sont plus particulièrement touchés en raison d'une exposition plus grande liée à leur comportement (marche à quatre pattes, mise en bouche d'objets ou des mains souillées par des poussières ou des écaillés de peinture) et d'une absorption gastro-intestinale plus élevée : elle atteint 50 % chez l'enfant contre 10 à 15 % chez l'adulte. Par ailleurs, le cerveau en croissance est davantage sensible aux toxiques.

Sur le plan réglementaire, on notera les éléments suivants :

- la commercialisation de l'essence au plomb est interdite depuis 2000 ;
- la valeur limite de concentration en plomb dans l'air fixée par la législation européenne est actuellement de 0,5 µg/m³ ;
- le plomb est interdit dans les cosmétiques en Belgique depuis 1997, sauf pour certaines teintures pour cheveux qui peuvent encore en contenir une faible proportion.

Qualité de l'air dans les piscines

Le maintien de la qualité microbiologique des eaux de piscines nécessite le recours à un procédé de désinfection qui élimine les microorganismes pathogènes et détruit les matières organiques amenées par les nageurs (urine, sueur...).

Dans la plupart des cas, cette désinfection se fait par chloration, c'est-à-dire par dilution

Le plomb sanguin comme indicateur d'exposition

La concentration en plomb dans le sang (plombémie) est un bon indicateur de l'exposition globale par ingestion et inhalation. Dans bon nombre de régions, on a enregistré ces dernières années une baisse importante des concentrations en plomb dans le sang, essentiellement grâce à l'élimination de l'essence au plomb, mais aussi à la réduction d'autres sources d'exposition. Actuellement, la plombémie moyenne a été ramenée à environ 20 µg/l dans plusieurs pays européens. En Flandre, elle s'élève à 14,7 µg/l selon les résultats du programme Vlaams huuman biomonitoringsprogramma 2002-2006⁽¹³⁾. En Province du Hainaut, une plombémie moyenne de 30 µg/l a été mesurée chez 1409 enfants en 2003⁽¹⁴⁾. Certaines populations restent cependant plus touchées, comme le montre une étude effectuée sur 533 enfants vivant au centre de Bruxelles, chez lesquels une plombémie moyenne de 104 µg/l a été mesurée alors qu'elle s'élevait à 36 µg/l dans le groupe d'enfants témoin⁽¹⁵⁾; la cause majeure de ces intoxications est la présence d'anciennes peintures contenant du plomb.

A noter que des effets de nature neurocomportementale chez l'enfant et cardiovasculaires chez l'adulte sont observés pour des concentrations en plomb dans le sang inférieures à 100 µg/l, sans qu'un seuil puisse être clairement identifié pour les effets les plus sensibles.

dans l'eau d'un produit chloré dont le biocide actif est l'acide hypochloreux (HClO), un puissant oxydant. Par réaction avec la matière organique présente dans l'eau, l'acide hypochloreux produit un mélange complexe de sous-produits de désinfection comprenant notamment les chloramines [voir FIG SANTE 2-5]. Ces produits sont inhalés par les nageurs soit sous forme d'aérosols, soit sous forme de gaz. Parmi ces produits, la trichloramine (NCl₃) est le plus volatil et le plus concentré dans l'air des piscines couvertes. C'est un gaz très irritant pour les yeux et les voies respiratoires, incolore, donnant aux piscines couvertes leur odeur si caractéristique.

Les effets de l'exposition aiguë à ces produits chlorés sont connus depuis longtemps, mais on savait très peu jusqu'ici des effets liés à une exposition chronique, c'est-à-dire une exposition répétée à de faibles doses, typique des personnes qui fréquentent un bassin de natation. Or des études belges^(16, 17) suggèrent un lien entre la fréquentation des piscines chlorées et l'augmentation de la prévalence de l'asthme, en particulier chez le jeune enfant. Ces données mettent également en évidence des dommages causés à l'épithélium pulmonaire qui entraînent une hyperperméabilité bronchique rendant l'individu plus sensible aux allergènes inhalés. La trichloramine serait l'agent responsable de ces effets. Le risque de développer de l'asthme augmenterait en moyenne de 60 % par 100 heures de fréquentation cumulée d'une piscine chlorée (soit 1 heure/sem. pendant 2 ans) chez les enfants présentant un terrain atopique (30 à 35 % des enfants) ;

l'augmentation du risque ne serait pas significative chez les autres enfants.

A ce stade, les effets sur la santé des produits chlorés présents dans l'air et l'eau des piscines doivent faire l'objet d'études complémentaires. En attendant leurs résultats et la mise en œuvre éventuelle d'autres procédés de désinfection (Cu/Ag, ozone, charbon actif, UV...), des mesures simples peuvent être prises pour réduire les risques liés à l'inhalation de produits chlorés :

- une ventilation efficace des halls de piscine (6 à 8 renouvellements d'air par heure) ;
- des règles d'hygiène strictes (douche avant le bain, défense d'uriner dans l'eau...), destinées à limiter l'apport de matière organique dans l'eau.

La loi prévoit un contrôle annuel des teneurs en chloramines dans l'air, qui doivent rester inférieures à 500 µg/m³ à 1,5 m du sol (AGW 13/03/2003). Cette valeur limite a également été retenue par l'OMS comme valeur guide provisoire.

QUALITÉ DE L'AIR EXTÉRIEUR

On sait depuis plusieurs décennies que la pollution atmosphérique liée aux activités humaines a des effets sur la santé. Cette pollution est avant tout le résultat de phénomènes de combustion. Toutefois, l'origine du problème a évolué au cours du temps. Si l'air extérieur reste un vecteur pour diverses substances émises par les systèmes de chauffage, certaines activités industrielles ou de traitement des déchets, la

principale source de nuisances s'est progressivement déplacée de l'industrie aux transports.

L'air extérieur est par ailleurs le vecteur d'autres facteurs pouvant avoir des effets sur la santé, notamment les pollens et les odeurs.

Enfin, certains polluants sont transportés par l'air à partir d'un lieu d'émission, mais affectent la santé principalement via la chaîne alimentaire ; c'est le cas des métaux et des dioxines abordés plus loin [voir SANTE 4].

Monitoring de la qualité de l'air en Région wallonne

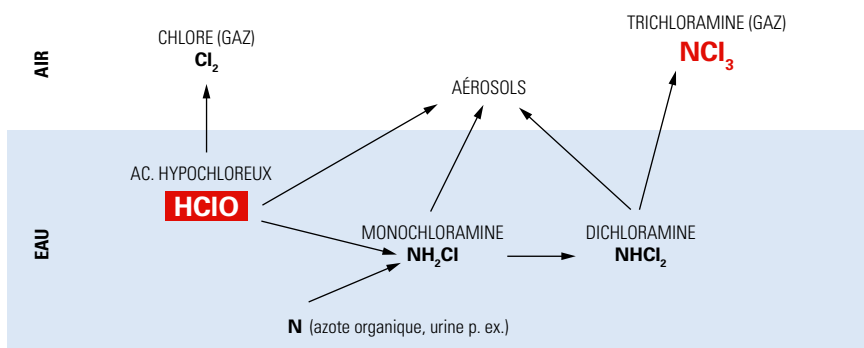
La qualité de l'air fait l'objet d'un suivi par divers réseaux de mesures [voir AIR]. Les données obtenues sont notamment transmises à la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE-IRCEL), qui fournit quasi en temps réel l'état de la pollution de l'air (ozone, NO₂, CO, SO₂, PM₁₀) via son site web⁽¹⁸⁾. Ces données servent de base à l'activation de mesures de protection en cas de dépassement des seuils d'information ou d'alerte pour l'ozone troposphérique.

D'autre part, dans le cadre du plan national «Vagues de chaleur et pics d'ozone», la Direction générale de l'Action sociale et de la Santé (DGASS) relaie, par courrier électronique, des messages spécifiques d'information et d'alerte aux institutions de la Région wallonne qui s'occupent de personnes à risques : les maisons de repos, maisons de repos et de soins, centres de jour, CPAS, services d'aide à domicile...

Pollution atmosphérique

Aujourd'hui, le développement constant du trafic motorisé et de la pollution de l'air qui lui est associée constitue un enjeu majeur en termes de santé publique. En Europe, la charge de mortalité imputable à la pollution de l'air liée au trafic routier serait comparable à celle attribuable aux accidents de la route. La pollution de l'air ne constitue pas le seul facteur de risque pour la santé lié au trafic routier : le bruit, les accidents, le stress lié aux embouteillages, ou encore les effets sur le changement climatique sont également responsables d'impacts sanitaires importants.

FIG SANTE 2-5 Formation de produits chlorés toxiques pour les voies respiratoires des baigneurs à partir de l'acide hypochloreux, biocide actif le plus couramment utilisé dans les piscines



Source : Nickmilder et al., 2003

Des personnes plus exposées et plus vulnérables

Les personnes les plus exposées à la pollution de l'air sont les navetteurs, les personnes vivant ou travaillant à proximité de grands boulevards, les transporteurs et autres professionnels de la route. En ville, les nourrissons et enfants se promenant au bord des routes ou à l'arrêt devant un passage pour piétons sont particulièrement exposés aux émissions des pots d'échappement. Enfin, des populations défavorisées sont souvent aux premières loges en matière d'exposition aux polluants en raison de la situation de leur logement au bord de grands axes routiers.

En termes de vulnérabilité, les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant déjà de maladies respiratoires et cardiaques sont les plus concernées.

Le transport routier est la source la plus importante de NO₂, de benzène ou de CO [voir AIR]. Mais depuis quelques années, ce sont surtout les particules en suspension (PM) et l'ozone qui sont les plus investigués pour leurs impacts sur la santé. Si les moteurs à combustion -et particulièrement les moteurs diesels- sont d'importants émetteurs de PM, celles-ci sont également formées dans l'atmosphère par réactions chimiques secondaires impliquant des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, de l'ammoniac et des COV [voir AIR 5]. L'ozone troposphérique résulte lui aussi de réactions secondaires impliquant des COV et des oxydes d'azote [voir AIR 4]. Enfin, le trafic routier produit également des HAP [voir AIR 6].

Des standards de qualité qui ne protègent pas la santé

Les recherches indiquent de plus en plus que les standards de qualité adoptés ne correspondent pas à des barrières de protection pour la santé (19). Ainsi les valeurs de référence actuelles pour le NO₂, les PM et l'ozone sont essentiellement des valeurs stratégiques mais ne correspondent pas à des valeurs seuils en dessous desquelles il n'y aurait aucun effet sanitaire.

Test d'une approche d'évaluation des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique à Liège

Un projet européen en cours vise à mettre au point une méthodologie de surveillance épidémiologique simplifiée destinée à fournir une information facilement exploitable et actualisée concernant l'impact sanitaire de la pollution de l'air en milieu urbain. Vingt-six grandes villes de 12 pays européens, dont Bruxelles, sont partenaires de ce projet. Dans le cadre du NEHAP [voir SANTE 9], Liège et Anvers ont la possibilité de tester cette approche.

La méthodologie consiste à estimer, pour un niveau d'exposition donné de la population et pour une période donnée, la proportion d'événements sanitaires (morbidité/mortalité) imputables aux effets de la pollution atmosphérique urbaine. Un objectif futur sera d'évaluer les effets sanitaires de la pollution de l'air en termes monétaires. Au niveau de l'air, les polluants retenus sont les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5}) et l'ozone troposphérique.

Particules en suspension

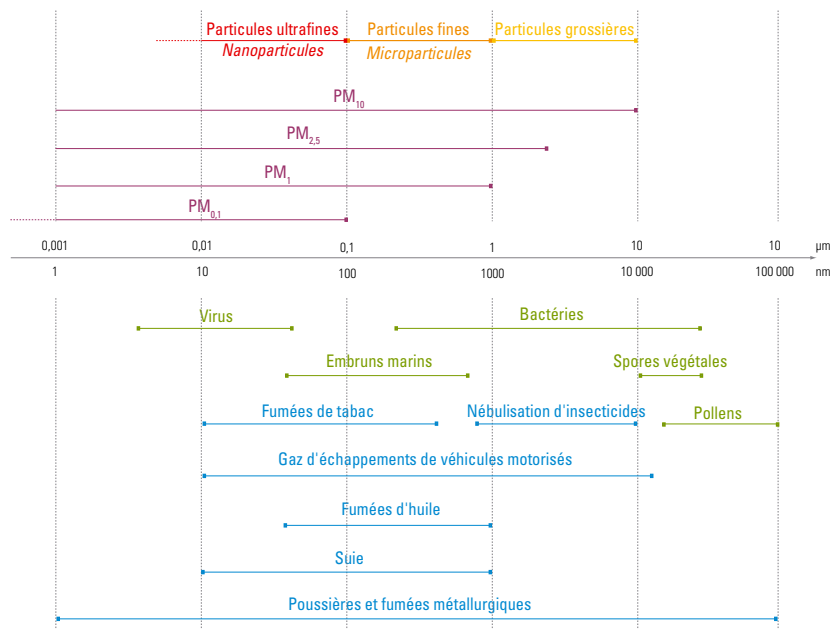
Les particules en suspension (PM) dans l'air constituent un ensemble très hétérogène : leur nature physique (solide, liquide), chimique

(organique, minérale) ou biologique est très variable selon les sources d'émission, les saisons et les méthodes utilisées pour leur prélèvement et leur quantification. En association avec le gaz dans lequel elles sont en suspension, elles forment des aérosols.

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air [voir AIR 5], des fractions granulométriques sont utilisées pour classer les particules en suspension dans l'air selon leur taille. Il s'agit des PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ ou PM_{0,1} représentant la matière particulaire dans laquelle 50 % des particules ont respectivement un diamètre aérodynamique (20) inférieur à 10, 2,5, 1 ou 0,1 µm. Ces définitions sont illustrées à la figure SANTE 2-6, avec quelques exemples de particules d'origine naturelle ou anthropique.

En nombre, les particules de dimensions inférieures à 0,1 µm constituent plus de 90 % de l'aérosol atmosphérique, alors qu'elles sont minoritaires en termes de masse. Lorsqu'on s'intéresse aux impacts des particules sur la santé, l'expression des concentrations en nombre de particules, par classe granulométrique, est particulièrement importante.

FIG SANTE 2-6 Terminologie utilisée pour caractériser la taille des particules en suspension dans l'air et distribution en taille de quelques types de particules d'origine naturelle (en vert) ou anthropique (en bleu)



Conception : CEEW
Sources : Lapple, 1961 ; Owen et al., 1992

En effet, plus les particules sont fines, plus elles restent longtemps en suspension dans l'air et plus leur temps de séjour dans les poumons est long. D'un diamètre supérieur à 10 μm , elles sont expulsées des voies respiratoires ; de 3 à 10 μm , elles se déposent au niveau de la trachée et des bronches ; à moins de 3 μm , elles atteignent les alvéoles pulmonaires et peuvent pénétrer dans le sang [voir Fig SANTE 2-7].

Les particules sont suspectées d'être à l'origine de divers problèmes de santé : asthme, bronchites persistantes et cancers du poumon. Leurs effets à court et à long termes sont repris au tableau SANTE 2-3. En ce qui concerne l'exposition à court terme, des effets (mortalité et nombre d'hospitalisations pour affections respiratoires) ont été notés pour des concentrations en PM_{10} inférieures à 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'action des particules est double :

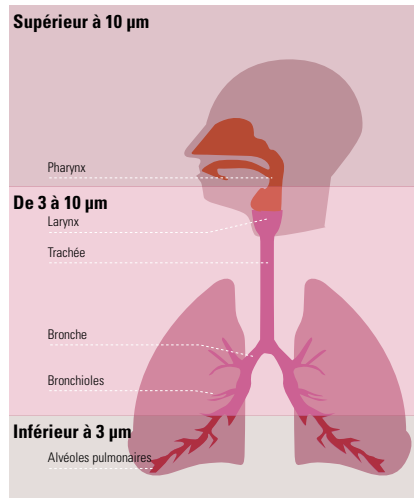
- elles réduisent les échanges gazeux avec le sang au niveau pulmonaire, entraînant une surcharge de travail pour le cœur ;
- elles exercent une action toxique en raison de leur constitution propre (nature chimique, réactivité de surface, cristallinité...), ou via les divers polluants qu'elles transportent (métaux, HAP...) ; cette toxicité s'exprime au niveau du système respiratoire, ou ailleurs dans l'organisme après translocation par voie sanguine ou lymphatique.

Les données actuelles ne permettent pas de déterminer de limites de concentration sous lesquelles les particules n'auraient pas d'effets sur la santé. Les recherches sont en cours pour tenter de préciser les relations doses-effets, en particulier pour les particules ultrafines. Sur le plan réglementaire, des limites ne sont actuellement fixées que pour les PM_{10} [voir AIR 5].

Impacts chiffrés des particules sur la santé

- On estime à 348 000 le nombre total annuel de décès prématurés liés à l'exposition aux PM en Europe (EU-25) ⁽²¹⁾ ;
- des données épidémiologiques indiquent un accroissement relatif de 6 % de la mortalité liée aux particules pour chaque augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des concentrations moyennes annuelles en $\text{PM}_{2,5}$ ⁽²²⁾ ;
- sur base de ces données et du modèle RAINS, les niveaux actuels d'exposition aux PM d'origine anthropique réduiraient l'espérance de vie de 8,6 mois en Europe (EU-25), et de 13 mois en Belgique ⁽²¹⁾ ;
- d'autres estimations, basées sur des données mesurées et non modélisées, et considérant des causes de mortalité spécifiques, indiquent une perte de près de 3,6 mois de vie en bonne santé imputable à l'exposition aux PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ en Flandre ⁽¹³⁾.

FIG SANTE 2-7 Pénétration des particules dans le système respiratoire en fonction de leur taille



Source : CITEPA

TAB SANTE 2-3 Effets sur la santé des particules en suspension dans l'air

A court terme	<ul style="list-style-type: none"> - Réactions inflammatoires au niveau des poumons - Symptômes respiratoires - Affections du système cardio-vasculaire - Augmentation de la prise de médicaments - Augmentation du nombre d'hospitalisations - Accroissement de la mortalité
A long terme	<ul style="list-style-type: none"> - Accroissement des affections des voies respiratoires inférieures - Réduction des fonctions pulmonaires chez l'enfant et l'adulte - Augmentation des maladies pulmonaires obstructives chroniques - Diminution de l'espérance de vie, principalement par mortalité liée aux affections cardiopulmonaires, et probablement par mortalité liée au cancer du poumon

Source : WHO

Une situation préoccupante en Région wallonne

Par rapport aux autres pays européens, le parc automobile belge comprend un grand nombre de véhicules diesel. Sur 10 véhicules neuf achetés, sept roulent au diesel. En 10 ans, le nombre de véhicules diesel a augmenté de 240 % [voir TRANS]. Or les moteurs diesels constituent d'importants pourvoyeurs en particules [voir AIR 5].

En dépit du rôle délétère connu des particules sur la santé et d'une législation européenne claire en matière de surveillance, leur suivi en Wallonie est encore limitée. Les $\text{PM}_{2,5}$ ne font pas encore partie des paramètres analysés par le réseau de contrôle de la qualité de l'air. Quant aux PM_{10} , le réseau, qui jusqu'en 2005 ne couvrait que trois zones critiques, est actuellement en voie d'extension.

Aujourd'hui il est difficile de quantifier l'impact sur la santé de la qualité de l'air ambiant en Wallonie. L'absence d'un système d'information sanitaire ne permet pas de surveiller l'évolution des effets sanitaires en rapport avec des facteurs de risques comme les particules.

Nanoparticules manufacturées : vigilance

Ce n'est qu'à partir des années '80 que l'on a disposé de moyens d'observation et de manipulation de nanoparticules, ouvrant la voie à de nouvelles perspectives scientifiques et industrielles.

L'échelle nanométrique confère aux particules des propriétés physiques, chimiques et mécaniques qui leur sont propres et qui diffèrent de celles des particules de même composition mais de taille supérieure. Les applications sont très nombreuses et touchent des domaines très variés : agro-alimentaire, aéronautique, automobile, chimie, construction, cosmétique, défense, production d'énergie, électronique, pharmacie, textile...

Alors que certains nanomatériaux sont déjà produits industriellement (nanotubes de carbone et fullerènes p. ex.), on sait encore peu de choses de leur comportement dans l'environnement, ou de leurs effets sur la santé. Il a été montré que leur taille leur permet d'atteindre les alvéoles pulmonaires, de passer dans la circulation sanguine ou lymphatique et, sous certaines conditions, de pénétrer à l'intérieur des cellules. Leur action sur les cellules de l'organisme dépend de la nature chimique des particules, de leur surface spécifique, de leur cristallinité, et de leur capacité à libérer des radicaux libres ou des molécules chimiques adsorbées. Elle peut se traduire par des réactions inflammatoires localisées pouvant dégénérer en fibrose, ou des effets génotoxiques au niveau des cellules touchées.

En attendant que les risques pour la santé soient mieux caractérisés, diverses mesures devraient être prises pour le suivi, l'identification des risques et la prise de précautions adaptées à ces nouvelles échelles⁽²³⁾. Celles-ci sont aujourd'hui insuffisantes pour que soient protégés les travailleurs en contact avec ces matériaux, la population et les écosystèmes.

Ozone troposphérique

L'ozone est un gaz qui pénètre en profondeur dans l'appareil respiratoire. Ses effets à court et à long termes sont repris au [tableau SANTE 2-4](#).

Une fois inhalé, l'ozone réagit avec diverses biomolécules présentes à la surface des cellules épithéliales des voies respiratoires, ou dans le mucus qui les tapisse. Ces réactions sont encore peu caractérisées, mais on pense qu'elles produisent des radicaux libres ou d'autres agents oxydants qui endommagent les cellules épithéliales, entraînant d'une part des réactions immunitaires menant à l'inflammation, et d'autre part des réactions neurologiques conduisant à des symptômes respiratoires tels que toux, douleur à l'inspiration et manque de souffle. En ce qui concerne les effets à long terme, on sait que l'exposition répétée chez l'enfant entraîne une baisse des capacités respiratoires à l'âge adulte. Par contre, les données actuelles ne permettent pas d'établir un lien clair entre les niveaux de concentration couramment

rencontrés en Europe et l'incidence et la prévalence de l'asthme chez l'enfant et l'adulte.

Les effets de l'ozone sont caractérisés par une variabilité importante de la sensibilité individuelle, encore inexplicée aujourd'hui. Certaines données indiquent une augmentation avec l'âge des effets de l'exposition à court terme sur la mortalité et les admissions hospitalières. Les effets de l'ozone sont par ailleurs plus marqués chez les personnes souffrant de problèmes respiratoires et chez les enfants asthmatiques. Ils augmentent également avec le rythme respiratoire, et donc avec l'activité physique.

Une étude réalisée dans différentes zones rurales de la Région wallonne a montré l'apparition d'une réponse inflammatoire chez l'enfant à partir d'une concentration en ozone de 135 µg/m³ pour une heure d'exposition, et 110 µg/m³ pour 8 heures d'exposition⁽²⁶⁾. D'autres études suggèrent que la relation entre l'exposition à l'ozone et les effets sur la santé est linéaire, et probablement sans seuil d'effets sanitaires. Si un seuil

Impacts chiffrés de l'ozone troposphérique sur la santé

- *Le risque d'hospitalisation d'urgence liée à une détresse respiratoire chez l'adulte (15-65 ans) augmente de 3,1 % pour un accroissement moyen de 50 µg/m³ d'ozone sur 8 heures ; chez les personnes âgées de plus de 65 ans, ce risque est estimé à 3,8 %⁽²⁴⁾ ;*
- *chaque année en Europe (EU-25), l'exposition à l'ozone cause plus de 21 000 décès, et 14 000 hospitalisations pour des causes respiratoires⁽²⁵⁾ ;*
- *la mortalité quotidienne augmente d'environ 0,3 % en cas d'augmentation de 10 µg/m³ de la concentration moyenne d'ozone quotidienne sur 8 heures⁽²⁵⁾ ;*
- *en Belgique, les estimations effectuées à partir de données flamandes indiquent une perte de 3,7 jours de vie en bonne santé imputable à l'exposition à l'ozone⁽¹³⁾.*

existe, il est en tout cas beaucoup plus faible que les niveaux de concentration réglementaires actuels ; selon certaines données, il pourrait se situer au niveau du bruit de fond hors contribution anthropique, soit autour de 20 à 50 µg/m³⁽²⁷⁾. Ces divers éléments indiquent que les effets de l'ozone ne se limitent pas aux jours où des dépassements des seuils d'information (180 µg/m³) ou d'alerte (240 µg/m³) sont observés [voir AIR 4], et que la médiation de ces dépassements ne doit pas faire oublier le caractère chronique du problème.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les HAP sont des hydrocarbures formés d'un ou de plusieurs cycles benzéniques, rejetés dans l'atmosphère lors de processus de combustion. Ce sont des polluants organiques persistants (POPs) : ils sont toxiques, résistants à la dégradation biologique, chimique et photolytique, peu solubles dans l'eau, mais solubles dans les graisses, ce qui facilite leur bioaccumulation le long des chaînes trophiques. Semi-volatils, ils peuvent circuler sur de grandes distances en phase vapeur en passant par plusieurs cycles d'évaporation, de transport atmosphérique et

TAB SANTE 2-4 Effets sur la santé de l'ozone troposphérique	
A court terme	<ul style="list-style-type: none"> - Altération des fonctions pulmonaires - Réactions inflammatoires au niveau pulmonaire - Affections du système respiratoire - Augmentation de la prise de médicaments - Augmentation du nombre d'hospitalisations - Accroissement de la mortalité
A long terme	<ul style="list-style-type: none"> - Altération du développement des fonctions pulmonaires chez l'enfant pouvant conduire à des performances réduites à l'âge adulte

Source : WHO

de condensation. Ils sont également transportés sous forme particulaire, associés aux particules en suspension dans l'air.

Il existe plusieurs dizaines d'HAP, dont la toxicité est très variable : certains sont faiblement toxiques, alors que d'autres, comme le benzo(a)pyrène, sont classés comme cancérigènes certains par l'IARC.

L'exposition aux HAP ne se fait pas uniquement via l'air. Nous y sommes également exposés par l'ingestion de nourriture, en particulier les viandes ou aliments fumés, frits ou cuits sur charbon de bois, et par l'inhalation de fumée de tabac. En fonction des habitudes alimentaires et du fait que l'on soit fumeur ou non, ces voies d'exposition peuvent devenir les voies d'exposition principales.

On ne dispose pas actuellement d'estimation des effets qu'ont sur la santé les concentrations en HAP mesurées dans l'air urbain [voir AIR 6]. Pour ceux dont la carcinogénicité est avérée, la courbe dose-réponse est de type linéaire sans seuil d'effets, de sorte qu'il n'existe pas de concentration sous laquelle il n'y a pas d'effets. C'est la raison pour laquelle l'OMS ne mentionne pas de valeur-guide. La directive 2004/107/CE mentionne une valeur-cible de 1 ng/m³, que les Etats membres doivent tenter d'atteindre dès 2012.

Pollens, cause d'allergie

Les pollens que l'on retrouve dans l'air proviennent essentiellement des plantes anémophiles, qui se servent du vent pour disperser leurs gamètes mâles. Ces plantes présentent généralement des inflorescences discrètes (telles que chatons ou épis) qui libèrent d'importantes quantités de pollens à chaque mouvement d'air.

Les pollens atmosphériques appartiennent à plus de 40 taxons différents dans notre région. Une dizaine d'entre eux sont généralement considérés comme responsables d'allergies respiratoires (pollinoses). Il s'agit essentiellement :

- parmi les arbres et arbustes :
 - du bouleau, et dans une moindre mesure d'autres espèces de la famille des Bétulacées (aulne, noisetier, charme) en raison de

l'existence d'allergies croisées ;

- moins fréquemment, du châtaignier et d'autres espèces de la famille des Fagacées (chêne, hêtre) en raison de l'existence d'allergies croisées ;

- de façon plus marginale et dans des périmètres limités à leur voisinage direct, du marronnier ou du tilleul ;

- parmi les plantes herbacées :

- des graminées ;
- de l'armoise.

La plupart des grains de pollen ont une taille (20 à 60 µm) qui les arrête au niveau des muqueuses nasales et des sinus. Chez les personnes sujettes aux pollinoses, le contact avec les grains de pollen entraîne un gonflement de la conjonctive oculaire et des muqueuses du nez. Les cellules des tissus affectés libèrent alors de l'histamine qui provoque des démangeaisons. Le sujet atteint réagit en se grattant et en se frottant, avec pour conséquence une augmentation du gonflement et une inflammation des muqueuses. Crises d'éternuement, rhinite, nez bouché, picotement et larmoieusement des yeux, démangeaisons au niveau du

palais, du nez et des oreilles sont les symptômes les plus fréquents.

La pollinose est le plus souvent héréditaire. Elle se déclare rarement avant l'âge de trois ans, mais le plus souvent à l'âge scolaire ou après. Sa fréquence a augmenté considérablement depuis le début du XXe siècle, passant d'environ 1 % à une prévalence globale actuelle d'environ 15-20 %. L'hypothèse selon laquelle la pollution de l'air urbain serait responsable de cette augmentation est attestée par des études expérimentales, mais reste difficile à prouver par des études épidémiologiques⁽²⁸⁾.

Odeurs, sources de nuisances

La nuisance olfactive est une pollution principalement locale. Elle concerne surtout des riverains localisés à moins de quelques kilomètres de la source. Elle se caractérise par une gêne pouvant engendrer un sentiment de contrariété, voire des réactions dépressives. Dans certains cas, il s'ensuit des nausées, des pertes de l'appétit ou une contribution au stress, pouvant lui-même causer une augmentation de la tension artérielle.

L'odeur ne peut être confondue avec la toxicité : des produits toxiques peuvent dégager une odeur agréable ou être inodores, alors qu'un grand nombre de produits odorants ne présentent aucun caractère toxique.

De nombreuses activités anthropiques génèrent des nuisances olfactives. A titre d'exemple, l'odeur peut être causée :

- par des corps présents naturellement dans les effluents, comme les composés soufrés (papeterie), les solvants (entreprises de traitement de meubles p. ex.), les composés volatils (entreprises agro-alimentaires), les déchets ménagers, le lisier de porcherie... ;
- par des transformations résultant de fermentations anaérobies (activités d'équarrissage, épuration des eaux, compostage, centres d'enfouissement technique).

Le suivi de la production de pollens en Belgique

Depuis 1974, la section Mycologie de l'Institut Scientifique de Santé Publique (ISP) suit les émissions de pollens en Belgique via un réseau de mesure couvrant les trois Régions du pays. Elle diffuse les résultats de ses observations sur un site web⁽²⁹⁾.

Plus de 90 % des pollens d'arbres et d'arbustes sont récoltés entre les mois de janvier et mai ; les pollens des plantes herbacées se succèdent pour l'essentiel entre les mois de mai et septembre. Le calendrier d'apparition des pollens produits en début d'année peut varier fortement d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques.

On observe par ailleurs des variations de quantités de pollens émises par les différents taxons d'une année à l'autre. Les rapports de la section Mycologie de l'ISP sont consultables en ligne pour une information plus détaillée. La figure SANTE 2-8 présente à titre d'exemple le calendrier pollinique de l'air à Marche-Famenne pour l'année 2005.

Evaluation des pressions en matière d'odeurs

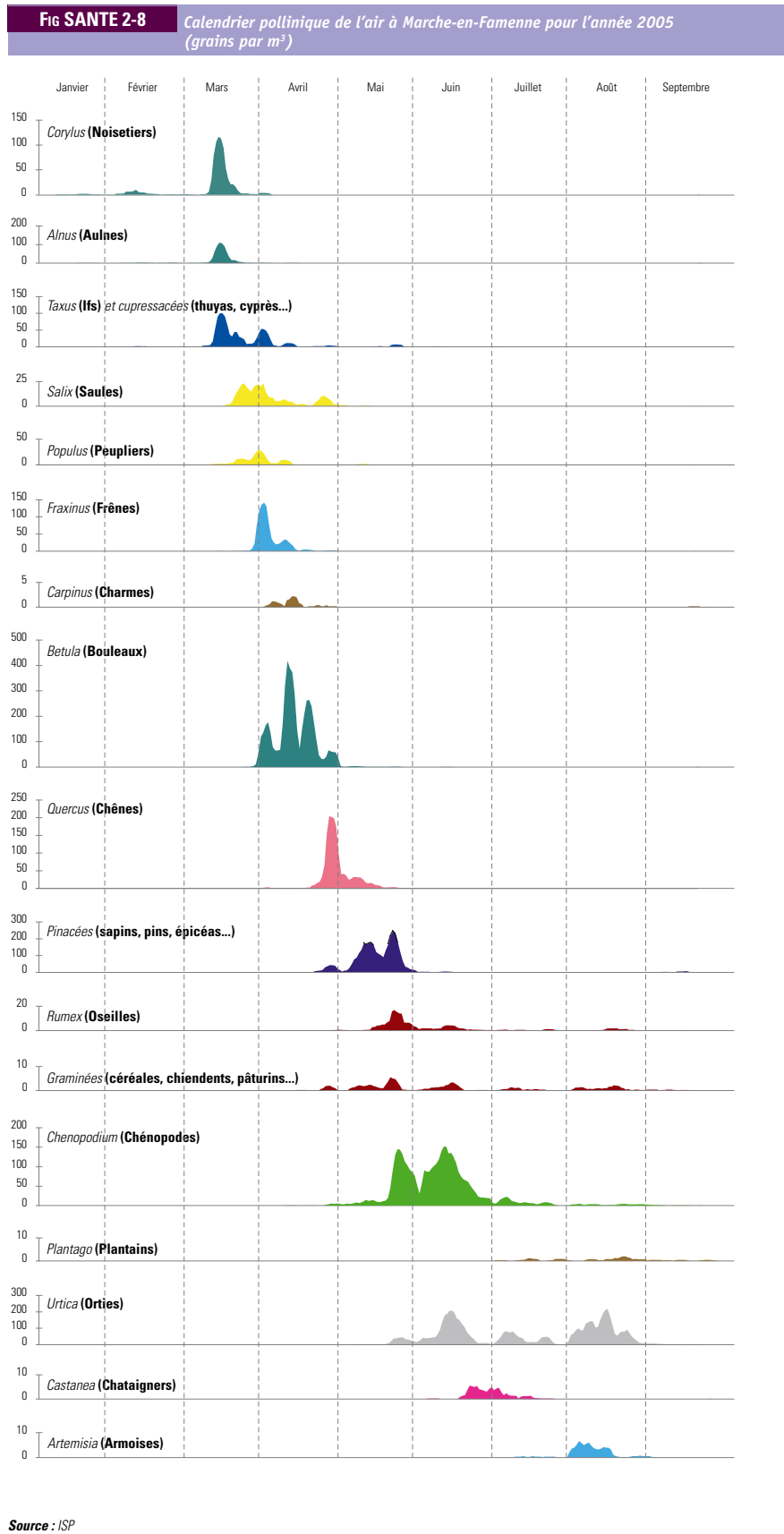
L'évaluation des pressions existantes en termes d'odeur consiste à recenser les zones d'émissions potentielles. Les principales régions industrielles identifiées sont celles de Liège et Charleroi, ainsi que les arrondissements de Namur, Verviers et Nivelles. Il ne s'agit cependant que d'une estimation basée sur le nombre et la taille des entreprises dont le type d'activité est connu pour la mauvaise odeur émise. Il n'existe cependant aucune mesure systématique, ni des débits odorants à l'émission, ni de la nuisance olfactive à l'immission.

Manque de données

L'odeur étant généralement une nuisance locale, il serait difficile de mettre en place un réseau de mesure qui rende compte, à l'échelle de la Région, des pressions sur l'ambiance olfactive. Les informations disponibles à ce jour sont principalement d'ordre qualitatif. Le nombre élevé de petites sources disséminées en Wallonie (secteurs de l'agriculture et de la restauration notamment) ne permet pas une cartographie pertinente. Les évolutions temporelles des émissions ne peuvent être estimées que localement et pour certains secteurs. La mise en place d'un réseau de mesure nécessiterait un maillage particulièrement serré. Tout au plus serait-il éventuellement justifié de concevoir un observatoire olfactométrique, faisant appel à des panels de personnes, autour de grands projets ou d'entreprises connues pour leurs mauvaises odeurs.

Localisation des principales sources d'odeurs en Région wallonne

Les principales sources potentielles d'odeur en Wallonie correspondent à divers sites industriels et au trafic routier. Concernant les entreprises, un bilan est présenté au [tableau SANTE 2-5](#). Il fait état du nombre et du type d'entreprises, indépendamment de leur taille (minimum 5 personnes) et de l'ampleur des émissions potentielles.



Source : ISP

Mesurer les odeurs

Le prélèvement d'un échantillon d'effluent odorant permet de déterminer la concentration d'odeur en uo/m^3 par des méthodes de mesure sensorielles telles que l'olfactométrie dynamique [📄 dossier scientifique]. Par définition, $1\ uo/m^3$ est la concentration d'odeur au seuil olfactif : en dessous de $1\ uo/m^3$, l'odeur n'est plus perceptible par un être humain «moyen». Une odeur de compost prélevée juste au dessus de l'andain peut atteindre 1000 à $5000\ uo/m^3$ et la concentration d'odeur de sulfure d'hydrogène (H_2S) pur vaut plus de 50 millions d' uo/m^3 .

Si, en outre, le débit de l'effluent est mesuré en m^3/s , le produit des deux paramètres permet de calculer le débit d'odeur en uo/s . Le débit d'odeur constitue la caractéristique essentielle de l'émission odorante.

L'ordre de grandeur des débits d'odeur pour un CET de taille moyenne, une porcherie, une station d'épuration, ou un andain de compost au repos est de $10\ 000$ à $100\ 000\ uo/s$. Dans le cas de certaines entreprises d'équarrissage, des opérations de retournement des andains de compost ou d'épandage de lisier, le débit d'odeur peut atteindre un, voire plusieurs millions d' uo/s .

Plus rarement, c'est l'intensité de l'odeur qui est mesurée. Ceci est effectué en général par un jury d'experts, selon une échelle de sensation subjective pour une odeur donnée et en un endroit spécifique sur le terrain [📄 dossier scientifique].

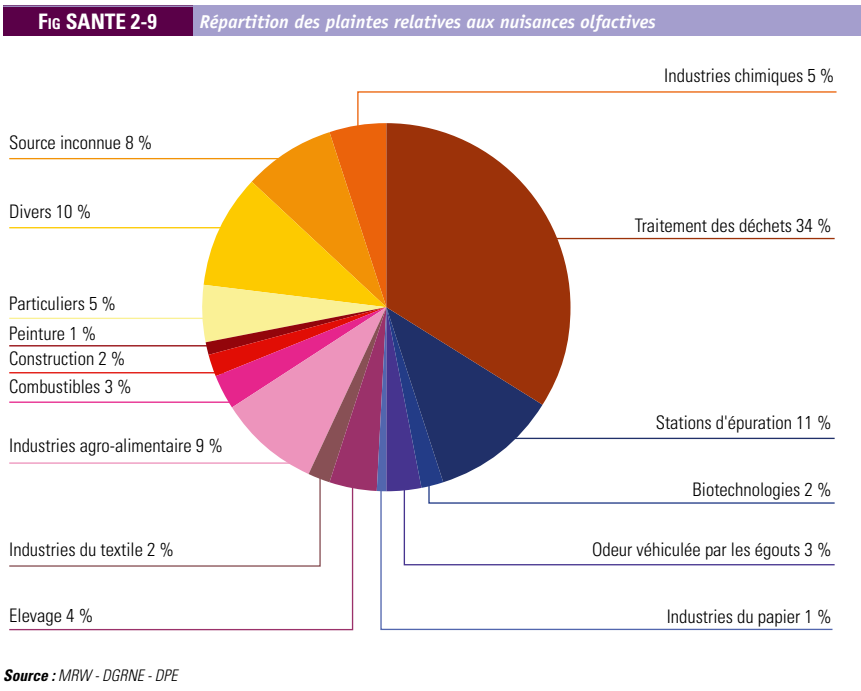
Nombre limité d'indicateurs de nuisances olfactives

Le suivi des plaintes relatives aux odeurs permet d'estimer les nuisances olfactives. C'est un indicateur subjectif qui a ses limites [📄 dossier scientifique]. Néanmoins, il semble que les nuisances olfactives préoccupent fortement la population : en 2004 et 2005, $13,5\ %$ des plaintes enregistrées par la police de l'environnement en Région wallonne concernaient des problèmes d'odeurs (contre, par exemple, $7,5\ %$ de réclamations liées au bruit). Les sources de nuisance olfactive qui ont suscité le plus de plaintes ou de demandes de renseignement pour cette période sont surtout les entreprises de traitement des déchets solides (incinérateurs, CET et centres de compostage) ou liquides (stations d'épuration), les entreprises agro-alimentaires, l'industrie chimique et l'élevage. [↘ Fig SANTE 2-9]

TAB SANTE 2-5 Aperçu général des entreprises potentiellement génératrices d'odeurs

Secteur	Type d'odeur	Nombre d'entreprises en Région wallonne	Arrondissements les plus concernés
Bois	Résines, colles fortement odorantes.	5	Liège, Mouscron, Philippeville, Verviers
	Odeur de BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes).	26	
Papier, carton	Composés soufrés (H_2S , mercaptans) à odeur de chou. Odeurs variables (composés chlorés, latex...).	1	Virton, Verviers, Nivelles
		61	
Imprimerie	Dégagement de solvants, BTEX.	161	Nivelles, Charleroi, Liège
Peinture	Dégagement de solvants (alcools, glycols, BTEX...).	95	Liège, Verviers, Charleroi
Agro-alimentaire	Effluents, bassins de décantation. Fermentation du sucre, séchage des grains d'orge. Arômes d'huile essentielle (caféone). Odeurs diverses, selon la nature de l'aliment. Odeurs de composés soufrés et aminés.	5	Tournai, Waremme, Tournai, Dinant, Liège, Verviers, Partout en Wallonie (Verviers, Liège, Charleroi...), Liège, Mouscron, Bastogne
		19	
		14	
		152	
Chimie	Composés volatils divers, selon le type de production.	43	Nivelles, Charleroi
		153	
Textile, cuir	Formaldéhyde, produits soufrés et chlorés. Fortes odeurs de décomposition.	8	Mouscron, Verviers, Tournai
		1	
Métallurgie	BTEX, composés soufrés et azotés, phénols...	68	Liège
Traitement des déchets	Odeurs de déchets frais (limonène), odeurs de biogaz (cymène).	277 stations d'épuration d'eaux domestiques & industrielles. 34 CET en activité. 200 sites de compostages, d'incinération...	Entreprises dispersées dans toute la Wallonie
Agriculture	Acides organiques, ammoniac et amines (déjections animales, épandage du fumier et du lisier...).		Régions d'élevage : Condruz, Ardenne, Famenne, pays de Herve
Transports	Odeur de combustible, de gaz d'échappements...		Routes et entreprises en Wallonie
Matériaux de construction	Odeur de solvant. Odeur d'asphalte chaud (résidus de distillation du pétrole). Odeurs de combustibles.	1	Charleroi, Liège, Tournai, Mons
		4	
		7	

Source : MRW - DGEE (Banque de données Entreprises, octobre 2005)



Au niveau local, l'indicateur le plus utilisé est le percentile autour d'une ou plusieurs sources. Il s'agit d'une zone spatio-temporelle évaluée par des modèles de dispersion atmosphérique sur base de débits d'odeur estimés ou mesurés, et du climat moyen de la région. Puisque la nuisance olfactive dépend à la fois de la concentration de l'odeur et du temps de perception, l'intérieur d'une telle zone peut être considéré comme définissant l'étendue de la nuisance [🔗 dossier scientifique].

Peu de mesures de réduction des nuisances olfactives en Région wallonne

Aucune législation spécifique aux odeurs n'existe actuellement en Région wallonne, excepté une interdiction générale de nuire aux populations riveraines. Depuis le début de l'année 2006, les instances politiques wallonnes portent une attention nouvelle à cette question, suite notamment à la mobilisation de certaines associations de riverains de centres de compostages. La tendance actuelle consiste à proposer des recommandations basées sur des estimations de zones de nuisance, qui pourraient servir dans un premier temps d'outils d'aide à la décision.

De manière générale, la législation en Europe semble évoluer vers l'imposition de valeurs limites de concentrations d'odeurs dans le milieu récepteur et parallèlement favoriser les «valeurs odeurs» plutôt que les concentrations chimiques des odorants.

En Région wallonne, plusieurs études de faisabilité de législations «odeur» ont été menées, soit de manière générale pour toutes les entreprises, soit de manière plus spécifique pour les élevages.

Les Etudes d'Incidences sur l'Environnement (EIE) abordent presque toujours les nuisances olfactives. Des campagnes de mesures d'odeurs sont progressivement imposées dans le cadre de la procédure d'octroi du permis d'environnement.

Par ailleurs, des campagnes de mesure des nuisances olfactives sont menées périodiquement sur les dix centres d'enfouissement technique (CET) actuellement repris dans le réseau de contrôle des CET géré par l'ISSeP⁽³⁰⁾.

Distances minimum entre les bâtiments d'élevage et les habitations les plus proches

Plusieurs pays ou régions (Autriche, Suisse, Pays-Bas, Flandre, Allemagne) imposent ou recommandent une distance minimum entre les bâtiments d'élevage et les zones d'habitat. L'intérêt premier n'est pas d'éviter la perception de l'odeur, mais bien de rendre acceptable la nuisance olfactive, sachant que la nuisance zéro ne peut pratiquement jamais être atteinte.

Cette distance est généralement évaluée en fonction du nombre et du type d'animaux, des caractéristiques de l'élevage et des conditions météorologiques et topographiques.

Ainsi, pour un élevage de 60 000 poules pondeuses en batterie, situé en zone agricole, la ligne-guide autrichienne recommande une distance minimum de 125 mètres. Pour une porcherie de 750 porcs à l'engraissement et 120 truies, la même ligne-guide préconise une distance minimum de 135 mètres, mais une amélioration de la technique d'élevage ou de la ventilation des bâtiments permettrait de réduire cette distance de 30 % à 40 %.

L'application d'une telle formule est également en projet à la Région wallonne et est en phase de validation.



Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration et/ou relecture :

Alfred BERNARD, Pierre BIOT,
Philippe BOURDEAU, Véronique BOUTTIN,
Monique DETANDT, Joël DOZZI,
Geneviève DUCOFFRE, Albert GERMAIN,
Catherine HALLET, Pascale JONCKHEER,
Jean-Paul LEDANT, Pierre LEONARD,
Laurence NICK, Nicole NOLARD,
Jean PAULUIS, Robert RENZONI
et Edwin ZACCAI

Sources principales

- (1) de SAINT GEORGES, L. 2006. *La problématique du radon en Région wallonne*. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. CEN-SCK. Mol. 6p.
- (2) NICOLAS J. 2006. *Nuisances olfactives en Région wallonne*. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. Université de Liège, Département des sciences et gestion de l'environnement. Arlon. 13p.
- (3) NICOLAS J. 2006. *Pollutions intérieures en Région wallonne*. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. Université de Liège, Département des sciences et gestion de l'environnement. Arlon. 15p.
- (4) WHO. 2004. *Health aspects of air pollution. Results from the WHO project «Systematic review of health aspects of air pollution in Europe»*. WHO Regional Office for Europe. WHO Report E83080.
- (5) WHO. 2006. *Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution*. Joint WHO/Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution. European Centre for Environment and Health, Bonn Office. WHO Report E88189.
- (1) Plus de détails sur <http://energie.wallonie.be>.
- (2) Voir le site www.rudydemotte.be/planfr.pdf
- (3) Centre Anti-Poisons. 2005. *Registre fédéral des intoxications*. Rapport définitif. Cas 2005.
- (4) Covaci et al. 2006. Hexabromocyclododecanes (HBCDs) in the environment and humans : a review. *Environmental Science and Technology*, 40(12), 3679-3688.
- (5) Sjodin et al. 2004. Retrospective time-trend study of polybrominated diphenyl ether and polybrominated and polychlorinated biphenyl levels in human serum from the United States. *Environmental Health Perspectives*, 112(6), 654-658.
- (6) Janssen. 2005. *Brominated Flame Retardants : Rising Levels of Concern*. Arlington : Health Care Without Harm. 33p. [En ligne]. www.noharm.org. Page visitée le 25/09/2006.
- (7) CSTEE. 2002. *Opinion on the results of the Risk Assessment of Bis(pentabromophenyl)ether*. *Environmental and Human Health Part*. Scientific Committee on Toxicity, ecotoxicity and the Environment (CSTEE). C2/AST/csteeop/Decabromophenyl Hum & Env 31102002/D(02). [En ligne]. http://sc.europa.eu/food/fs/sc/sct/out165_en.pdf. Page visitée le 25/09/2006.
- (8) Recommandation de la Commission 90/143/Euratom.
- (9) Darby et al. 2006. Residential radon and lung cancer. Detailed results of a collaborative study of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14 208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 32, 1, 1-83.
- (10) Pour en savoir plus : www.ecoconso.be
- (11) Voir le site www.abeva.be
- (12) Peto et al. 1995. Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *The Lancet*, 345, 535-539.
- (13) MIRA, 2005. *Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005. Gevolgen voor mens*. Bossuyt M., Torfs R., Nawrot T., Den Hond E., Tilborghs G., Wildemeersch D., Chovanova H., Hoofst P., Verschaeve L. Vlaamse Milieu-maatschappij, www.milieurapport.be.
- (14) Noël & Rubini. 2003. Système d'information géographique et exposition au plomb : analyse spatiale de plombémies en Province du Hainaut (Belgique). In : *Site du 41ème Congrès de la Société de Toxicologie Clinique, Nancy, 26-27 juin 2003*. [En ligne]. www.stc-congres.org/Congres_2003/Posters. Page consultée le 25/09/2006.
- (15) Claeys et al. 2003. Childhood Lead Poisoning in Brussels. Prevalence Study and Etiological Factors. *Journal de Physiologie IV France*, 107, 307-310.
- (16) Bernard et al. 2003. Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren : unexpected associations with the attendance of indoor chlorinated pools. *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 385-394.
- (17) Bernard et al. 2006. Chlorinated Pool Attendance, Atopy, and the risk of Asthma during Childhood. *Environmental Health Perspectives*, 114(10), 1-8.
- (18) Voir le site www.irceline.be/.
- (19) WHO. 2004. *Health aspects of air pollution. Results from the WHO project «Systematic review of health aspects of air pollution in Europe»*. WHO Regional Office for Europe. WHO Report E83080.
- (20) Le diamètre aérodynamique d'une particule est le diamètre d'une particule sphérique de densité égale à 1 g/cm³ ayant la même vitesse de sédimentation que cette particule. Cette notion permet de contourner les difficultés liées au fait que les particules sont de forme et de densité très variables.
- (21) WHO. 2006. *Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution*. Joint WHO/Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution. European Centre for Environment and Health, Bonn Office. WHO Report E88189.
- (22) Pope et al. 2002. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association*, 287, 1132-1141.
- (23) Pour plus de détails, voir par exemple www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Nanotechnologies_juin_2006.pdf
- (24) Spix et al. 1998. Short-term effects of air pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe : A quantitative summary of APHEA study results. *Archives of Environmental Health*, 53, 54-64.
- (25) WHO. 2006. *Quelle est l'ampleur du risque que la pollution atmosphérique représente pour la santé dans la Région européenne et existe-t-il des bases factuelles indiquant des mesures permettant de les réduire?* In *Site de l'Organisation Mondiale de la Santé - Bureau régional de l'Europe. Réseau HEN*. [En ligne]. www.euro.who.int/HEN/Syntheses/short/20051128_1?language=French. Page consultée le 18/08/2006.
- (26) Nickmilder et al. 2005. Relationship between ambient ozone and exhaled nitric oxide in children. *Journal of the American Medical Association*, 290(19), 2546-2547.
- (27) Bell et al. 2006. The Exposure-Response Curve for Ozone and Risk of Mortality and the Adequacy of Current Ozone Regulations. *Environmental Health Perspectives*, 114, 532-536.
- (28) Heinrich & Wichmann. 2004. Traffic related pollutants in Europe and their effect on allergic disease. *Current Opinion in Allergy & Clinical Immunology*, 4(5), 341-348.
- (29) Voir le site www.airallergy.be.
- (30) Les résultats sont diffusés sur le site : <http://mrw.wallonie.be/dgrne/data/dechets/cet/>