

Etat de l'Environnement wallon

Etudes - Expertises

Liens environnement - santé

Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du
Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon

*Ce Rapport est réalisé sous la responsabilité exclusive de son auteur
et n'engage pas la Région wallonne*

Emmanuel MAES

Cellule Etat de l'environnement wallon

Convention cadre Région wallonne – IGEAT (ULB)

Juin 2006

Emmanuel Maes est ingénieur agronome et docteur en sciences agronomiques (sciences du sol). Après des activités de recherche sur la fixation du radiocésium par certains minéraux argileux dans les sols, il a travaillé pendant plus de cinq ans dans le domaine de l'assainissement des sols pollués, en particulier afin d'établir des normes de qualité pour les sols basées sur les risques pour la santé humaine et les écosystèmes.

En janvier 2006, il a rejoint la Cellule Etat de l'environnement wallon pour prendre en charge notamment les questions relatives aux liens environnement-santé.

En application du décret du 21 avril 1994 relatif à la planification en matière d'environnement dans le cadre du développement durable, la Cellule Etat de l'environnement wallon a pour mission principale de publier des rapports sur l'état de l'environnement régional, en étroite collaboration avec les universités et les centres de recherche francophones de Wallonie et de Bruxelles.

Les Rapports sur "l'état de l'environnement wallon" sont établis par la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGRNE) du Ministère de la Région wallonne, en étroite collaboration avec les universités et les centres de recherche francophones de Wallonie et de Bruxelles (Art. 5 du Décret du 21 avril 1994 relatif à la planification en matière d'environnement dans le cadre du développement durable).

Le 31 mai 2002, le Gouvernement wallon a adopté une convention -cadre pour financer la mise en place d'une coordination inter-universitaire, fondée sur une équipe scientifique permanente et sur un réseau d'expertise. Cette convention-cadre a été passée avec le Centre d'Etude du Développement Durable (CEDD) de l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (IGEAT) de l'Université Libre de Bruxelles (ULB). L'équipe scientifique est pluridisciplinaire et travaille avec la DGRNE qui assure la coordination générale. Les chercheurs comme les experts scientifiques sont issus de différentes universités.

<http://environnement.wallonie.be/ew>

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	5
2	ENVIRONNEMENT: DES EFFETS SUR LA SANTÉ?.....	7
2.1	CONSTATS D'IMPACT.....	7
2.1.1	<i>Cancers</i>	7
2.1.2	<i>Asthme</i>	8
2.1.3	<i>Fertilité masculine</i>	9
2.1.4	<i>Charge corporelle en polluants</i>	9
2.1.5	<i>Années de vie en bonne santé perdues</i>	11
2.2	LIENS SOUPÇONNÉS OU DÉMONTRÉS ENTRE FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET SANTÉ.....	13
2.3	DES LIENS DE CAUSALITÉ DIFFICILES À ÉTABLIR.....	16
2.4	LE PRINCIPE DE PRÉCAUTION ET L'ANALYSE DES RISQUES.....	17
2.5	RISQUES OBJECTIFS ET SUBJECTIFS.....	20
2.6	ACTION ET RESPONSABILITÉ INDIVIDUELLES.....	21
2.7	LE RÔLE DES MÉDECINS.....	22
2.8	COMBIEN ÇA COÛTE?.....	22
3	QUALITÉ DE L'AIR ET SANTÉ.....	25
3.1	QUALITÉ DE L'AIR À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS.....	25
3.1.1	<i>Pollutions intérieures liées au phénomène de combustion</i>	28
3.1.1.1	Tabagisme passif.....	28
3.1.1.2	Monoxyde de carbone.....	28
3.1.1.3	Dioxyde d'azote.....	29
3.1.2	<i>Substances chimiques préoccupantes pour la santé dans l'habitat</i>	29
3.1.2.1	Composés Organiques Volatils (COV).....	29
3.1.2.2	Biocides.....	32
3.1.2.3	Retardateurs de flamme.....	33
3.1.3	<i>Les bioaérosols</i>	33
3.1.4	<i>Le radon</i>	34
3.1.5	<i>L'amiante et les fibres minérales artificielles</i>	38
3.1.6	<i>Le plomb</i>	40
3.1.7	<i>La qualité de l'air dans les piscines</i>	41
3.2	QUALITÉ DE L'AIR EXTÉRIEUR.....	42
3.2.1	<i>Pollution atmosphérique</i>	43
3.2.1.1	Les particules en suspension.....	44
3.2.1.2	Ozone troposphérique.....	48
3.2.1.3	Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	49
3.2.1.4	Exposition et vulnérabilité des cibles.....	50
3.2.2	<i>Les pollens</i>	50
3.2.3	<i>Les odeurs</i>	52
3.2.3.1	Evaluation des pressions en matière d'odeurs.....	53
3.2.3.2	Localisation des principales sources d'odeurs en Région wallonne.....	53
3.2.3.3	Nombre limité d'indicateurs de nuisances olfactives.....	55
3.2.3.4	Peu de mesures de réduction des nuisances olfactives en Région wallonne.....	55
4	QUALITÉ DE L'EAU ET SANTÉ.....	57
4.1	EAUX DE DISTRIBUTION.....	57
4.1.1	<i>Des eaux de distribution bien contrôlées</i>	57
4.1.1.1	Normes en vigueur.....	58
4.1.1.2	Modalités des contrôles.....	58
4.1.1.3	Mesures prises en cas de non-conformité.....	58
4.1.2	<i>Une qualité globale excellente</i>	59
4.1.3	<i>La qualité de l'eau évolue du point de captage au robinet</i>	59
4.1.3.1	Des eaux brutes de bonne qualité qui nécessitent certains traitements.....	59
4.1.3.2	La qualité de l'eau peut évoluer au cours de la distribution.....	63
4.2	EAUX DE BAINNADE.....	65
4.2.1	<i>La qualité des eaux de baignade s'améliore</i>	66
4.2.2	<i>Des mesures sont prises pour accélérer la mise en conformité complète des zones de baignade officielles</i> 68	

4.3	EAUX DE PUITES ET DE PLUIE	69
5	QUALITÉ DE L'ALIMENTATION ET SANTÉ	70
5.1	SUBSTANCES CHIMIQUES PRÉOCCUPANTES POUR LA SANTÉ.....	70
5.1.1	<i>Métaux lourds</i>	71
5.1.1.1	Cadmium	71
5.1.1.2	Plomb	72
5.1.1.3	Mercuré	72
5.1.2	<i>Résidus de produits phytosanitaires</i>	73
5.1.3	<i>Dioxines et PCB</i>	74
5.1.3.1	Dioxines	74
5.1.3.2	PCB	76
5.1.4	<i>Nitrosamines</i>	76
5.1.5	<i>Mycotoxines</i>	77
5.2	OGM : QUELS IMPACTS POTENTIELS SUR LA SANTÉ?	77
5.3	SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DES DENRÉES ALIMENTAIRES	78
6	QUALITÉ DU SOL ET SANTÉ.....	79
7	ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET SANTÉ	83
7.1	BRUIT	83
7.1.1	<i>Effets auditifs</i>	83
7.1.2	<i>Effets extra-auditifs</i>	84
7.2	RADIATIONS.....	85
7.2.1	<i>Radiations ionisantes</i>	85
7.2.1.1	Que sont les radiations ionisantes et quels sont leurs effets?	85
7.2.1.2	Quelles sont les sources de radiations ionisantes et leur contribution à la dose totale?	86
7.2.1.3	Doses réglementaires en Belgique	87
7.2.1.4	Surveillance radiologique	87
7.2.1.5	Situation radiologique de la Belgique.....	88
7.2.2	<i>Radiations non ionisantes</i>	89
7.2.2.1	Champs électromagnétiques	89
7.2.2.2	Rayonnement ultraviolet.....	92
8	MALADIES LIÉES À LA FAUNE SAUVAGE.....	95
8.1	APERÇU DE QUELQUES PATHOLOGIES TRANSMISSIBLES À L'HOMME VIA LA FAUNE SAUVAGE	95
8.1.1	<i>Maladie de Lyme</i>	95
8.1.2	<i>Anaplasmose</i>	95
8.1.3	<i>Hantavirose</i>	96
8.1.4	<i>Rage</i>	96
8.1.5	<i>Echinococcose</i>	96
8.2	SUIVI INTERNATIONAL ET SURVEILLANCE RÉGIONALE.....	97
9	CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SANTÉ	100
9.1	EFFETS DIRECTS	100
9.2	EFFETS INDIRECTS.....	101
10	RÉPONSES ET ACTIONS DES POUVOIRS PUBLICS EN MATIÈRE DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE	102
10.1	UNE PRÉOCCUPATION DES INSTITUTIONS INTERNATIONALES ET DES POUVOIRS PUBLICS EN BELGIQUE ET EN RÉGION WALLONNE	102
10.2	ACTIONS CONCRÈTES EN SANTÉ ENVIRONNEMENTALE EN RÉGION WALLONNE	104
10.2.1	<i>Diagnostic</i>	104
10.2.2	<i>Prévention</i>	104
10.2.3	<i>Suivis médicaux</i>	105
10.2.4	<i>Epidémiologie</i>	105
11	CONCLUSION.....	107
	ENJEUX ET PERSPECTIVES	108

1 Introduction

La conscience de l'interdépendance de l'environnement et de la santé de l'homme ne date pas d'aujourd'hui. Au V^{ème} siècle avant J.-C., Hippocrate affirmait déjà que *pour approfondir la médecine, il faut considérer d'abord les saisons, connaître la qualité des eaux, des vents, étudier les divers états du sol et le genre de vie des habitants.*

Vingt-cinq siècles plus tard, l'environnement est marqué par l'impact majeur des activités humaines à l'échelle planétaire, dans tous les compartiments de l'écosystème: air, eau, sol. Les facteurs environnementaux susceptibles d'agir sur la santé ne sont donc plus seulement naturels, mais aussi et surtout anthropiques; ils sont extrêmement multiples et diffus.

Certes, les liens de cause à effet sont difficiles à établir en raison de la multiplicité des facteurs en jeu. D'une part, les agents chimiques, physiques et biologiques auxquels nous sommes exposés sont nombreux et susceptibles de synergies ou d'antagonismes. D'autre part, les facteurs individuels tels que l'âge, le patrimoine génétique, l'état nutritionnel, les habitudes de vie, le niveau socio-économique, etc. jouent un grand rôle dans notre capacité à y faire face. Cependant, de nombreuses données indiquent une augmentation de la prévalence de pathologies pour lesquelles des facteurs environnementaux sont mis en cause. Les mesures de charges corporelles en polluants et les estimations d'impacts en termes d'années de vie en bonne santé perdues constituent d'autres indices préoccupants.

Dans cette situation où les preuves irréfutables sont difficiles à apporter, mais où des indices sérieux d'impacts importants se multiplient, l'*analyse des risques* est un outil indispensable. Elle permet la mise en évidence, à une échelle éventuellement très locale, des sources de danger et des voies d'exposition, et l'estimation des doses encourues par la population. C'est sur cette base que l'on pourra recourir au *principe de précaution* en toute connaissance de cause et en toute transparence. Par ailleurs, parce que la santé est un sujet sensible et que les problèmes de santé liés à l'environnement ont une dimension sociétale et politique puisqu'ils mettent en cause les activités humaines, la communication des risques -qui fait partie intégrante de l'analyse des risques- doit faire l'objet d'une attention toute particulière et impliquer toutes les parties dès les premiers stades de l'évaluation.

Les synergies entre les acteurs de la santé et de l'environnement ont mis du temps à se mettre en place, comme si les acteurs de ces deux champs d'investigation avaient du mal à se rejoindre sur des questions qui pourtant nécessitent l'apport de ces deux éclairages. Peut-être l'évolution extrêmement technique et pointue de la médecine a-t-elle fait perdre de vue les déterminants environnementaux de la santé au monde médical? Ou bien est-ce avant tout un problème de communication entre des disciplines et des approches différentes?

Si beaucoup reste à faire, la situation évolue: les questions de santé environnementale sont devenues une préoccupation croissante des scientifiques (cf. Déclaration de Wingspread, Appel de Paris), d'instances internationales (Nations Unies, Organisation Mondiale de la Santé, Commission européenne), des citoyens, des ONG et des autorités. C'est un moteur indispensable pour stimuler la recherche et toutes les initiatives qui visent à harmoniser, croiser, valider les données déjà existantes en matière de santé et d'environnement.

Mais le champ de la santé environnementale est extrêmement vaste! Pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), il comprend en effet *les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, qui sont déterminés par les facteurs physiques, biologiques, sociaux et psychosociaux de notre environnement* (OMS, 1993). Il en résulte que les sujets de santé environnementale, à la fois très nombreux et imbriqués, peuvent être abordés par plusieurs entrées:

- les vecteurs et milieux naturels: l'eau, l'air, les sols et l'alimentation;
- les facteurs potentiellement dangereux: les substances chimiques, les rayonnements, le bruit, les déchets, etc.;
- les effets sur la santé de ces divers facteurs: cancers, maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires, allergies etc.;
- les secteurs d'activités concernés: les transports, l'énergie, l'industrie, l'agriculture, le tourisme;
- la sphère d'action: milieux domestique, professionnel, rural, urbain;
- les groupes cibles: les enfants, femmes enceintes, les personnes affaiblies par l'âge ou la maladie (asthme ou maladies cardio-vasculaires par exemple).

Ces différentes possibilités d'entrée témoignent de la difficulté d'appréhender le sujet en intégrant toutes ses dimensions. Dans ce chapitre, il a été choisi de donner un aperçu général des risques sanitaires environnementaux à partir des vecteurs, afin de s'inscrire dans le prolongement des chapitres précédents.

Malheureusement, pour beaucoup de ces risques, des indicateurs d'exposition et d'effets ne peuvent être calculés pour notre région par manque de données. Cette situation devrait s'améliorer dans un avenir proche, grâce aux initiatives prises d'une part en commun par les Régions, les Communautés et l'autorité fédérale (Plan National d'Actions Environnement-Santé - NEHAP), et d'autre part au niveau de la Région wallonne (Liste d'Actions Régionales en matière d'Environnement-Santé - LARES).

Face à l'ampleur du sujet, et sans vouloir amoindrir leur importance, il a été choisi de ne pas développer ici les facteurs suivants:

- l'environnement professionnel;
- les facteurs liés aux habitudes de vie (équilibre et hygiène alimentaire, cosmétiques, médicaments, ...). Cette proposition est en accord avec le NEHAP belge, qui reprend toutefois le tabagisme passif et l'intoxication par le monoxyde de carbone, deux thèmes également retenus ici;
- les agents pathogènes (bactéries, virus, champignons, parasites) transmissibles d'homme à homme;
- les accidents de la route, dont le risque est principalement lié à l'activité humaine;
- la criminalité, davantage liée au contexte social, même si les facteurs environnementaux au sens large peuvent jouer un rôle.

2 Environnement: des effets sur la santé?

2.1 Constats d'impact

Diverses données attestent des effets de l'environnement sur la santé. Les données wallonnes à ce propos sont encore rares aujourd'hui, mais des chiffres sont disponibles pour d'autres pays, notamment pour l'Europe. Une publication de l'Agence Européenne de l'Environnement fait le point sur le sujet (EEA, 2005).

De nombreuses données indiquent l'augmentation de la prévalence de certaines pathologies pour lesquelles des causes environnementales sont suspectées (cf. point 2.2): cancers, allergies, asthme, stérilité masculine etc. Les chiffres concernant certaines d'entre elles sont donnés ci-après à titre illustratif. En fonction des pathologies, l'origine environnementale de ces augmentations est plus ou moins difficile à mettre en évidence; de nombreux facteurs entrent effectivement en jeu (cf. point 2.3).

Prévalence et incidence	?
La prévalence et l'incidence sont des mesures épidémiologiques permettant de chiffrer la fréquence et la progression d'une pathologie donnée dans une population.	
La prévalence exprime, pour une population donnée et à un moment donné, la proportion d'individus souffrant d'une affection déterminée.	
L'incidence correspond au nombre de nouveaux cas d'une pathologie apparus au sein d'une population pendant une période donnée, souvent une année.	

2.1.1 Cancers

On observe en Europe une augmentation moyenne du taux d'incidence des cancers de 1 % par an chez l'enfant depuis trente ans (Steliarova-Foucher *et al.*, 2004). En France, entre 1980 et 2000, le nombre de nouveaux cas annuels de cancer chez l'adulte a progressé de 63 %; sur cette même période, le nombre des cancers du sein a doublé chez la femme, celui des cancers de la prostate a quadruplé chez l'homme (Remontet *et al.*, 2003). En Flandre, de 1997 à 2001, les taux d'incidence des cancers ont augmenté de 18 % chez l'homme et de 16 % chez la femme; les taux d'incidence du cancer de la prostate et du cancer du sein y figurent parmi les plus élevés d'Europe pour la période 2000-2001 (Van Eycken & De Wever, 2006).

Le dépistage précoce et l'amélioration de l'enregistrement des cancers d'une part, le vieillissement de la population d'autre part expliquent une part majeure de ces augmentations.

Cependant, les causes de nombreux cancers diagnostiqués restent encore aujourd'hui difficiles à déterminer: selon la section épidémiologie des cancers de l'*International Agency for Research on Cancer* (IARC), seuls 35 % des cancers diagnostiqués en 2000 chez les hommes et 20 % chez les femmes proviendraient de l'exposition à des facteurs identifiés. Ces facteurs sont essentiellement le tabac, l'alcool, les expositions professionnelles, la surnutrition, l'exposition à des radiations, certains virus.

Depuis quelques temps, on évoque l'implication de facteurs environnementaux dans l'apparition ou le développement de certains cancers (cf. point 2.2). Les substances

génétoxicques présentes dans l'environnement sont par exemple montrées du doigt. Leur identification comme cause est cependant difficile, parce que la dose totale capable d'induire un cancer est d'autant plus faible qu'elle a été administrée de façon fractionnée sur une longue période (*biomonitoring* trop peu sensible par exemple). Un très grand nombre de molécules de synthèse circulent dans l'environnement de nos régions sans que leur risque de carcinogénicité n'ait été évalué. C'est le cas notamment des 100 204 substances mises sur le marché européen avant 1981, et listées dans le *European inventory of existing commercial chemical substances* (EINECS). S'y ajoutent les polluants atmosphériques associés aux microparticules générées notamment par les moteurs diesel, tels le benzène, les butadiènes et les hydrocarbures aromatiques polycycliques, dont il est bien établi qu'ils sont mutagènes et génotoxiques. Un lien entre l'exposition aux gaz d'échappement et l'initiation de cancers chez l'enfant a ainsi été démontré (Knox, 2006).

L'élimination par l'organisme de bon nombre de ces molécules synthétiques est limitée par l'absence d'un système enzymatique capable de les dégrader, ce qui accroît leur temps de résidence et la durée de leurs effets potentiels.

Compter sur les progrès thérapeutique?	!
En ce qui concerne les cancers, si l'on note de réels progrès pour la leucémie chez l'enfant (80% de guérison) et le cancer du testicule chez le jeune adulte (75% de guérison), les progrès thérapeutiques restent limités dans la plupart des autres cas. On meurt toujours dans plus d'un cas de cancer sur deux. Ce constat amène certains spécialistes à réclamer la mise en place de stratégies de prévention primaire, s'attaquant aux facteurs et non aux effets.	

2.1.2 Asthme

Selon l'enquête de santé par interview effectuée en Belgique en 2004 (ISP, 2006), 4,3 % de la population déclare souffrir d'asthme. On ne dispose cependant pas de données statistiques récentes sur la prévalence de l'asthme diagnostiqué dans l'ensemble de la population belge ou wallonne. Une étude effectuée à Bruxelles sur 341 écoliers ayant entre 10 et 13 ans indique une prévalence de l'asthme diagnostiqué de 5,9 % chez les filles et 10,4 % chez les garçons (Bernard *et al.*, 2006). Selon cette même étude, l'asthme total, c'est-à-dire diagnostiqué et dépisté, atteint 9,5 % chez les filles et 14 % chez les garçons. Ces résultats sont très proches de ceux d'une étude antérieure ayant porté sur 1823 écoliers bruxellois d'âge moyen de 10 ans, qui indiquait une prévalence de l'asthme diagnostiqué de 6,8 % et une prévalence de l'asthme total de 13,8 % (Michel *et al.*, 1999).

Diverses études indiquent une augmentation de la prévalence de l'asthme pédiatrique dans les pays industrialisés au cours des dernières décennies (ISP, 2003). Certaines données suggèrent cependant qu'un pic a été atteint au tournant du siècle, et qu'une tendance à la baisse s'est amorcée depuis quelques années, sans que l'on puisse en déterminer la cause (van Schayck & Smit, 2005).

Si des facteurs génétiques sont mis en cause, il est vraisemblable que des facteurs liés à l'environnement puissent également intervenir dans le développement, le déclenchement et l'aggravation de l'asthme chez les sujets prédisposés. Parmi ceux-ci, on peut citer la qualité de l'air ambiant, mais également notre mode de vie caractérisé par un excès d'hygiène, qui

protège des maladies infectieuses, mais pourrait dans le même temps favoriser les réactions immunitaires de type allergiques.

2.1.3 Fertilité masculine

Plusieurs études suggèrent une diminution de la qualité du sperme ces dernières décennies: baisse du nombre de spermatozoïdes par millilitre de sperme, diminution du volume moyen des éjaculats, baisse du pourcentage de spermatozoïdes mobiles et morphologiquement normaux. La concentration de spermatozoïdes diminuerait de 3 % par an en Europe et de 1,5 % par an aux Etats-Unis (Swan *et al.*, 2000). On serait ainsi passé de 100 millions de spermatozoïdes par millilitre dans les années cinquante à 50 millions en moyenne dans les années 2000. En Flandre, cette diminution a également été observée; elle semble cependant se stabiliser depuis environ 5 ans (MIRA, 2005a), avec une qualité de sperme entraînant une baisse de fertilité chez 35-39 % des jeunes hommes, et ne permettant pas d'avoir un enfant chez 8-9 % d'entre eux.

Si ces chiffres sont à manier avec précaution pour des raisons de représentativité des échantillons, un lien entre cette baisse de qualité observée et l'exposition à des substances perturbatrices du système endocrinien est cependant suggéré par plusieurs études (Eertmans *et al.*, 2003). Les analogues des œstrogènes (certains pesticides, les PCB, dioxines et furanes notamment) sont particulièrement montrés du doigt. Il convient cependant de rappeler que l'exposition humaine à ces composés organochlorés est en constante diminution depuis plus de 20 ans, une évolution qui se distingue de celle observée avec les troubles du système reproducteur ou endocrinien. L'intervention d'autres polluants reprotoxiques (phtalates p. ex.) est donc envisagée.

2.1.4 Charge corporelle en polluants

Les données du *biomonitoring* prouvent que notre organisme accumule des substances chimiques de synthèse dont la toxicité est connue ou suspectée. Le *biomonitoring* consiste à doser des substances chimiques et leurs métabolites dans le sang, le lait maternel, l'urine, la salive ou les tissus. Il permet de mesurer la charge corporelle (*body burden*) en polluants en intégrant toutes les voies d'exposition. Pour certains polluants (dioxines et PCB par exemple, cf. point 5.3.3), cette charge corporelle est liée aux risques de toxicité. Quelques exemples de l'utilisation de cette approche en Belgique sont donnés ci-après.

En Région wallonne, des mesures de concentration en dioxines et furanes ont été récemment effectuées dans le sérum sanguin de plus de 300 volontaires dans le cadre d'une étude destinée à évaluer la contribution du tabagisme dans l'accumulation de dioxines par l'organisme (Fierens *et al.*, 2005a). Cette étude a donné des résultats inattendus: chez les hommes, le fait de fumer augmente les concentrations en dioxines dans le sang de 39,4 % en moyenne par rapport au groupe témoin de non-fumeurs, alors que chez les femmes, le tabagisme diminue ces concentrations de 27,5 % (Figure 1). Si l'augmentation observée chez les hommes s'explique aisément par une absorption accrue de dioxines liée au tabagisme, la diminution observée chez les femmes n'est pas encore tout à fait comprise. Il se produirait chez elles une stimulation de la dégradation des dioxines par d'autres molécules contenues dans la fumée de tabac. Ces résultats montrent la nécessité de traiter séparément les données relatives aux

hommes et aux femmes fumeurs lorsque l'on veut utiliser les concentrations sanguines en dioxines comme indicateur d'exposition.

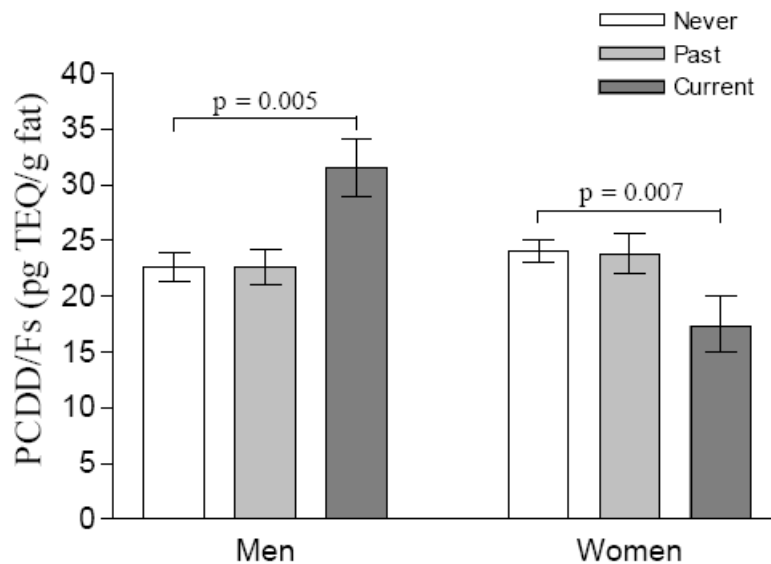


Figure 1: Concentrations en dioxines dans le sérum sanguin en fonction du sexe et du comportement tabagique (Fierens *et al.*, 2005a)

En Flandre en 1999, un projet pilote de biomonitoring a porté sur l'analyse de divers polluants dans le sang et l'urine de 200 adolescents (MIRA, 2005a). Cette étude a indiqué une activité immunitaire plus faible lorsque les concentrations en dioxines dans le sérum sanguin étaient plus élevées. Elle a montré un ralentissement du développement pubertaire corrélé aux concentrations en polychlorobiphényles (PCB, cf. point 5.1.3.2) chez les garçons et en dioxines chez les filles, cohérent avec l'hypothèse que les PCB agissent comme des œstrogènes et les dioxines comme des anti-œstrogènes. Elle a également permis de mettre en relation les concentrations mesurées en métabolites du benzène, du toluène et de HAP dans l'urine avec des dommages causés à l'ADN.

Ce projet a été suivi du *Vlaams humain biomonitoringsprogramma 2002-2006*, toujours en cours, portant sur trois groupes cibles étudiés dans huit zones aux caractéristiques environnementales contrastées. Les groupes cibles sont les nouveau-nés et leur maman, les adolescents (14-15 ans) et les adultes (50-65 ans). Les zones étudiées comprennent deux zones urbaines, une zone de production fruitière, une zone rurale et quatre zones industrielles (port, fonderie de métaux non ferreux, industrie chimique et incinérateurs de déchets ménagers) (<http://www.milieu-en-gezondheid.be/>). Seuls les résultats concernant les nouveau-nés et leur maman sont actuellement disponibles. Ils concernent la mesure des concentrations en dioxines, PCB, pesticides (DDE -marqueur du DDT- et hexachlorobenzène) et plomb dans le sang de cordon ombilical. Quelques caractéristiques de l'état de santé de la mère et de l'enfant ont également été répertoriées. Pour le moment, en l'absence de valeurs de référence relatives aux effets sur la santé, ces mesures permettent avant tout d'effectuer des comparaisons dans le temps, dans l'espace, et en fonction des modes de vie. Les résultats actuels indiquent une corrélation entre les concentrations en plomb et l'occurrence de l'asthme et du rhume des foies

chez la mère, ainsi qu'une corrélation entre les concentrations en PCB, dioxines et hexachlorobenzène et un risque accru de problèmes de fécondité. A l'heure actuelle, des liens de cause à effet ne peuvent cependant être établis avec certitude, d'autres facteurs pouvant se cacher derrière les paramètres mesurés.

Biomonitoring du lait maternel en Belgique en 2006	!
<p>Un programme d'analyse des polluants organiques persistants (POP) dans le lait maternel a démarré en 2006, à la demande et à charge de la Conférence Interministérielle Mixte Environnement Santé (CIMES) au sein de laquelle siègent les autorités fédérales, régionales et communautaires de Belgique en matière d'environnement et de santé (cf. point 10.1). Il s'agit d'un programme international initié par l'OMS. C'est la quatrième campagne de ce type; les analyses porteront sur les PCB et dioxines, déjà mesurés lors des campagnes précédentes, ainsi que sur de nombreux autres polluants, dont les pesticides organochlorés et les retardateurs de flamme. Pour en savoir plus: http://www.nehap.be/.</p>	

2.1.5 Années de vie en bonne santé perdues

Au milieu des années '90, un indicateur synthétique combinant la mortalité et la morbidité a été mis au point à l'initiative de la Banque Mondiale puis de l'OMS afin de mieux quantifier l'état de santé d'une population et de faciliter la détermination des priorités d'action en santé publique. Il s'agit d'évaluer le poids des maladies (*burden of diseases*) en termes d'années de vie en bonne santé perdues ou années de vie corrigées de l'incapacité (*Disability Adjusted Life Years*, DALY).

Mesurer les impacts par les années de vie corrigées de l'incapacité (DALY)	?
<p>En santé publique, les années de vie corrigées de l'incapacité - <i>Disability-Adjusted Life Years</i>, DALY- sont la somme des années potentielles de vie perdues en raison de décès prématurés (par rapport à une espérance de vie de référence correspondant à 82,5 ans pour les femmes et 80 ans pour les hommes) et des années de vie productive perdues du fait d'incapacité, pondérées en fonction de la sévérité des troubles subis. Elles sont calculées sur une période donnée, par exemple une année, pour un ou plusieurs facteurs et pour l'ensemble d'une population. Ramenées à l'individu sur une durée de vie moyenne, elles fournissent un chiffre indicatif qui n'a pas de réalité concrète, mais qui permet d'effectuer des comparaisons entre facteurs ou entre régions.</p>	

Cette approche peut être utilisée pour quantifier l'impact des facteurs environnementaux sur la santé. A titre d'exemple, les estimations effectuées en Flandre pour l'année 2003 sont données au Tableau 1. Elles indiquent que chaque habitant perd en moyenne en Flandre près de 5 mois de vie en bonne santé suite à l'exposition à quelques polluants et au bruit (MIRA 2005a). A titre comparatif, cette perte s'élève à près de 14 mois pour les accidents de la route.

	Années de vie en bonne santé perdues en 2003
Particules en suspension (PM10 et PM 2,5)	25518 (71%)
Ozone	879 (2%)
Bruit	6528 (18%)
Substances cancérigènes (hors PM10)	2009 (6%)
Plomb	974 (3%)
Total	35908 (100%)
DALY/habitant/an	0,006
DALY/habitant/70 ans	0,44

Tableau 1: Estimation, pour la Flandre et pour l'année 2003, des années de vie en bonne santé perdues en raison de l'exposition à quelques polluants et au bruit (MIRA, 2005a)

Une espérance de vie croissante

Si les signes d'un impact de l'environnement sur la santé sont manifestes, et traduisibles pour certains facteurs en termes d'années de vie perdue (DALY), il faut toutefois noter que les indicateurs liés à l'espérance de vie montrent une amélioration constante depuis des décennies.

La Figure 2 présente l'évolution en Belgique de 1995 à 2003 de l'espérance de vie et de l'espérance de vie sans incapacité à la naissance. L'espérance de vie sans incapacité est un indicateur composé qui contient des informations tant sur la mortalité que sur la morbidité; il donne le nombre d'années sans incapacité qu'une personne peut s'attendre à vivre à un âge donné. Ces deux indicateurs sont complémentaires: ils indiquent que l'augmentation de l'espérance de vie s'accompagne également d'un allongement de la vie sans incapacité.

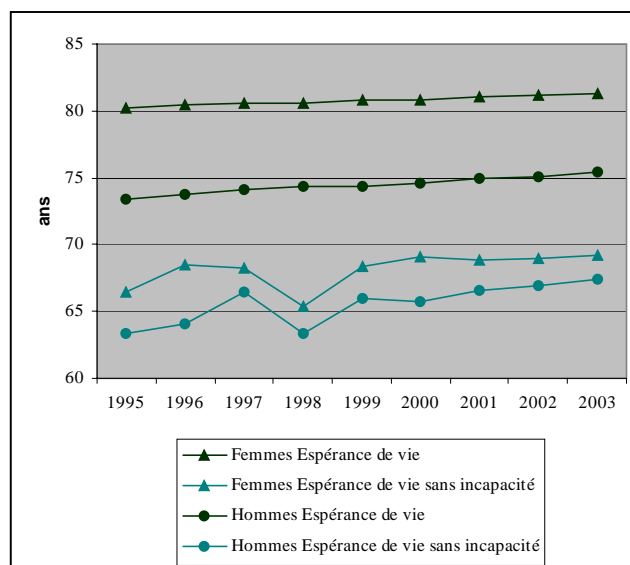


Figure 2: Evolution de l'Espérance de vie et de l'Espérance de vie sans incapacité en Belgique de 1995 à 2003 (EHEMU, 2005)

Des scientifiques inquiets

L'impact des activités humaines sur la santé préoccupe de nombreux scientifiques. Certains d'entre eux l'ont exprimé collégalement et publiquement. Ce fut le cas aux Etats-Unis en 1991 avec la Déclaration de Wingspread, et en Europe en 2004 avec l'Appel de Paris.

La déclaration de Wingspread

En 1991, vingt-deux scientifiques américains signent la déclaration de Wingspread, affirmant sur base des données issues de plusieurs disciplines scientifiques que la présence dans l'environnement de substances chimiques perturbatrices du système endocrinien affecte de nombreuses populations animales. Dysfonctionnement thyroïdien, baisse de fertilité, malformations congénitales, anomalies comportementales, féminisation des mâles, masculinisation des femelles, atteintes du système immunitaire sont les effets rapportés. S'il demeure une incertitude sur l'ampleur et la nature des effets de ces substances chez l'homme, quelques exemples d'impact sont déjà bien documentés. En conséquence, les auteurs appellent à un suivi des stades précoces de perturbation endocrinienne chez l'homme, à la prise en compte de tels effets dans l'évaluation des risques des nouvelles substances, et à une réglementation stricte de la production de substances perturbatrices du système endocrinien.

L'Appel de Paris

A l'issue d'un colloque organisé par l'Association française pour la Recherche Thérapeutique Anti-Cancéreuse (ARTAC) tenu en 2004 à l'UNESCO, des scientifiques et des ONG lancent l'Appel de Paris, qui déclare:

"Article 1: Le développement de nombreuses maladies actuelles est consécutif à la dégradation de l'environnement

Article 2: La pollution chimique constitue une menace grave pour l'enfant et pour la survie de l'Homme

Article 3: Notre santé, celle de nos enfants et celle des générations futures étant en péril, c'est l'espèce humaine qui est elle-même en danger."

Cet appel propose sept mesures ayant trait au contrôle de la mise sur le marché de substances nocives, à l'évaluation des risques, et à la suppression ou la réduction de leur utilisation. Le texte a été présenté en juin 2004 à la quatrième conférence interministérielle Santé-Environnement de l'OMS-Europe à Budapest et en septembre 2004 au Parlement européen. Il est aujourd'hui signé par plusieurs centaines de scientifiques, près de mille ONG et plus de 150 000 citoyens dans le monde (<http://www.artac.info>).

Il faut néanmoins noter que cet appel est controversé. Pour de nombreux spécialistes, les affirmations sur lesquelles il se fonde sont excessives: la part des cancers imputable à la pollution chimique serait bien plus faible que ne le soutient l'ARTAC.

2.2 Liens soupçonnés ou démontrés entre facteurs environnementaux et santé

L'ensemble des liens soupçonnés ou démontrés entre les facteurs environnementaux susceptibles d'agir sur la santé et les principales pathologies associées est illustré à la Figure 3.

Ce schéma donne un aperçu global des problématiques couramment abordées en santé environnementale. Il permet d'identifier la nature des facteurs incriminés (physique, chimique ou biotique), le milieu qui nous y expose (intérieur ou extérieur) et les voies d'exposition principales (ingestion, inhalation, contact, rayonnement).

Bien entendu, nous ne sommes pas tous exposés de manière égale à ces différents facteurs. Les différences de niveaux d'exposition (fonctions du cadre de vie, des habitudes de vie et de l'activité professionnelle), et les facteurs individuels (sexe, âge, facteurs génétiques, état

nutritionnel, niveau socio-économique, état de santé psychique) engendrent une infinité de situations individuelles. Il est dès lors impossible de donner une échelle de gradation des risques commune à l'ensemble de la population.

Les principales causes de mortalité en Belgique

Les ratios proportionnels de mortalité d'après la cause du décès (Belgique, 1996) sont donnés dans le tableau ci-après à titre informatif. Aucune donnée plus récente n'est disponible à ce jour.

Les affections cardio-vasculaires, les cancers et les affections respiratoires sont les trois premières causes de décès.

	Hommes (%)	Femmes (%)
Affections cardio-vasculaires	33,80	41,30
Hypertension	0,30	0,70
Maladies ischémiques	8,60	6,90
Insuffisance cardiaque et affections respiratoires mal définies	6,00	10,30
Affections cérébro-vasculaires	7,40	11,00
Athérosclérose	2,20	1,80
Cancers	30,50	22,60
Cancer du poumon	10,50	1,90
Cancer du sein	0,00	4,80
Cancer de l'utérus	0,00	0,30
Cancer du col de l'utérus	0,00	0,80
Cancer colorectal	2,90	3,20
Cancer de la prostate	3,40	0,00
Sans indication de localisation	1,50	1,30
Diabète sucré	1,10	2,00
Démence	1,90	4,20
Affections respiratoires		
Pneumonie/influenza	3,10	3,60
Affections respiratoires chroniques obstructives	6,80	3,10
Cirrhose du foie	1,40	0,90
Mort accidentelle		
Accidents de la route	2,10	0,70
Empoisonnement accidentel	0,20	0,10
Chute accidentelle	1,10	1,50
Lésion sans intention déterminée	0,40	0,20
Suicide	2,80	1,10
Conditions et symptômes mal définis	2,50	3,90

Tableau 2: Ratios proportionnels de mortalité d'après la cause du décès, Belgique, données de 1996 (ISP, 2002)

Les enfants sont des cibles plus vulnérables que les adultes

- A exposition égale, les doses absorbées par l'enfant sont souvent plus élevées (ventilation pulmonaire plus importante, rapport surface/poids plus élevé, absorption intestinale plus élevée...).
- La capacité d'éliminer les toxiques est plus faible en raison d'un métabolisme immature (nouveaux-nés).
- L'appareil respiratoire, les systèmes nerveux, immunitaire et hormonal sont plus sensibles parce que leur développement n'est pas achevé.
- Certains comportements des enfants en bas âge (marche à quatre pattes au niveau du sol, objets portés à la bouche...) accroissent leur degré d'exposition.
- Les enfants peuvent être touchés dès le stade fœtal car de nombreuses substances peuvent franchir la barrière placentaire ; certaines d'entre elles peuvent être toxiques pour le fœtus et non pour l'adulte.

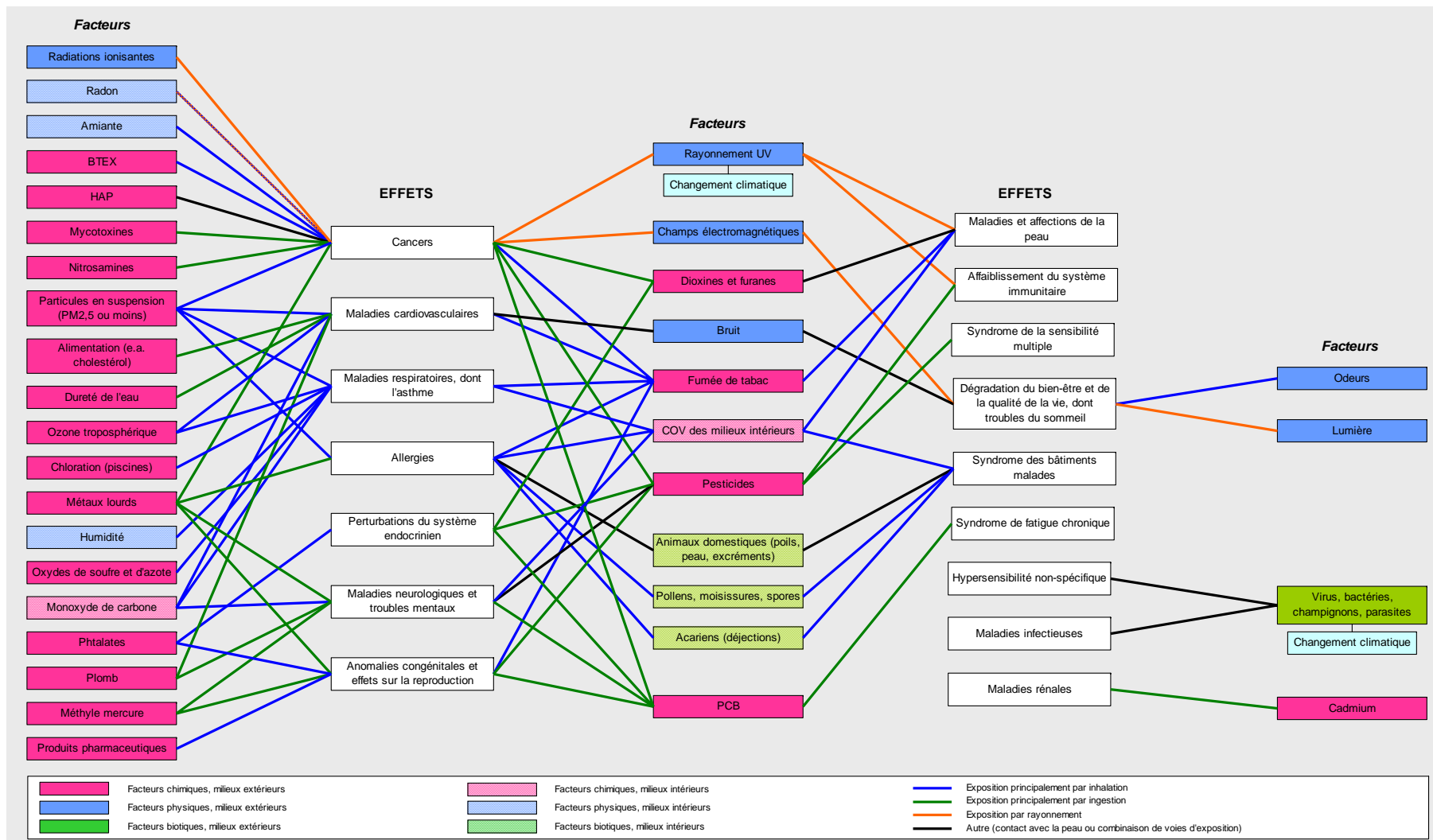


Figure 3: Liens soupçonnés ou démontrés entre les principaux facteurs chimiques, physiques et biotiques susceptibles d'agir sur la santé et leurs effets (adapté du NEHAP belge et de EEA, 2005). Ces effets peuvent avoir pour origine des facteurs multiples non liés à l'environnement.

2.3 Des liens de causalité difficiles à établir

Les liens entre l'exposition aux facteurs environnementaux et leurs effets sur la santé peuvent être mis en évidence en couplant deux disciplines complémentaires : la toxicologie, abordant ces liens en partant essentiellement des facteurs et de leurs mécanismes d'action, et l'épidémiologie, établissant des associations à partir d'effets observables sur la santé.

Toxicologie et épidémiologie: deux disciplines complémentaires	?
<p>La toxicologie et l'épidémiologie sont des disciplines complémentaires, qui doivent être couplées lorsqu'il s'agit de mettre en évidence l'impact d'un facteur environnemental sur l'apparition d'un problème de santé publique.</p>	
<p>La <i>toxicologie</i>, science des toxiques, étudie leur origine, leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques, leurs biotransformations, leurs mécanismes d'action sur les systèmes vivants, leur détection et leur quantification, et les moyens de lutte contre leurs effets. Elle permet d'établir les relations entre l'intensité de l'exposition à un facteur déterminé et la nature et la sévérité des effets qui en découlent.</p>	
<p>L'<i>épidémiologie</i> étudie la distribution, dans le temps et l'espace, des maladies et des invalidités dans la population, ainsi que les influences qui déterminent cette distribution. Elle vise à décrire les phénomènes de santé, à chercher des facteurs explicatifs par le biais d'associations statistiques, et enfin à évaluer l'impact de mesures de santé publique. La plupart du temps, ce sont des liens associatifs qu'elle met en évidence, pas des liens de causalité. Néanmoins, lorsque des études épidémiologiques indépendantes aboutissent à des observations concordantes et cohérentes avec les données toxicologiques, les scientifiques peuvent considérer qu'elles constituent des éléments de preuve suffisants pour conclure à un lien de causalité; c'est ainsi que le tabac, l'arsenic, l'amiante ont été considérés cancérogènes pour l'homme.</p>	

Les liens de cause à effet sont toutefois difficiles à établir, en particulier pour les raisons suivantes:

- les effets de nombreux facteurs environnementaux sont non spécifiques, c'est-à-dire communs à de nombreuses pathologies (cas des céphalées ou des vomissements par exemples);
- les causes de nombreuses pathologies suspectées d'avoir une origine environnementale sont multifactorielles;
- les facteurs individuels tels que le sexe, l'âge, les facteurs génétiques, l'état nutritionnel et les habitudes de vie (tabac, alcool...), le niveau socio-économique ou l'état de santé psychique ont une influence majeure sur les effets potentiels d'un environnement non sain;
- les temps de latence sont très longs pour certaines pathologies;
- les données manquent encore dans de nombreux domaines de la santé environnementale, en particulier en ce qui concerne l'exposition chronique à des doses souvent faibles (substances chimiques, radiations non ionisantes, microparticules dans l'air etc.);
- les données manquent au sujet des synergies ou antagonismes entre facteurs; les réactions de l'organisme à des facteurs multiples sont difficiles à étudier et peuvent être

extrêmement complexes. Ainsi par exemple, le tabagisme augmente les concentrations en dioxines dans le sang chez l'homme, alors qu'il les diminue chez la femme en raison d'un effet synergique qui reste à caractériser (Fierens *et al.*, 2005a).

Ces difficultés conduisent souvent à conclure à l'absence de preuve. Dans de telles situations, une évaluation scientifique et objective des liens supposés et de l'incertitude est nécessaire pour éventuellement recourir au principe de précaution. C'est l'un des objets de l'analyse des risques.

2.4 Le principe de précaution et l'analyse des risques

L'une des formulations internationales les plus employées du "principe de précaution" concerne l'environnement. Elle est extraite de la Déclaration de Rio (1992), qui énonce: "En cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures économiquement efficaces visant à prévenir la dégradation de l'environnement".

Bien que dans le Traité de l'Union Européenne également (Maastricht, 1992), le principe de précaution ne soit expressément mentionné que dans le domaine de l'environnement, la Commission européenne (CE) estime que son champ d'application est beaucoup plus large et s'applique également au domaine de la santé humaine (CE, 2000).

Les mesures à prendre en santé publique au nom du principe de précaution peuvent être très diverses: il peut s'agir, par exemple, du retrait d'un produit du marché, de la décision de financer un programme de recherche destiné à lever des incertitudes, ou de la décision d'informer l'opinion publique quand aux possibles effets négatifs d'un produit ou d'un procédé. Ces mesures doivent apporter un bénéfice global en matière de réduction des risques à un niveau acceptable. Dans l'évaluation de ce bénéfice, les critères de santé publique doivent passer avant les considérations économiques (CE, 2000).

Pour la Commission européenne, le recours au principe de précaution implique (1) l'identification des effets potentiellement négatifs, (2) l'évaluation des données scientifiques disponibles et (3) l'estimation de l'incertitude scientifique (CE, 2000).

Le recours au principe de précaution est dès lors indissociable de l'*analyse des risques*, un moyen systématique d'évaluer objectivement les risques, de façon transparente, de s'attaquer aux incertitudes ou aux lacunes de la connaissance et de faciliter ainsi la prise de décision et la communication par rapport à ce risque.

L'analyse des risques comprend trois composantes (Figure 4):

- l'évaluation du risque;
- la gestion du risque;
- la communication du risque.

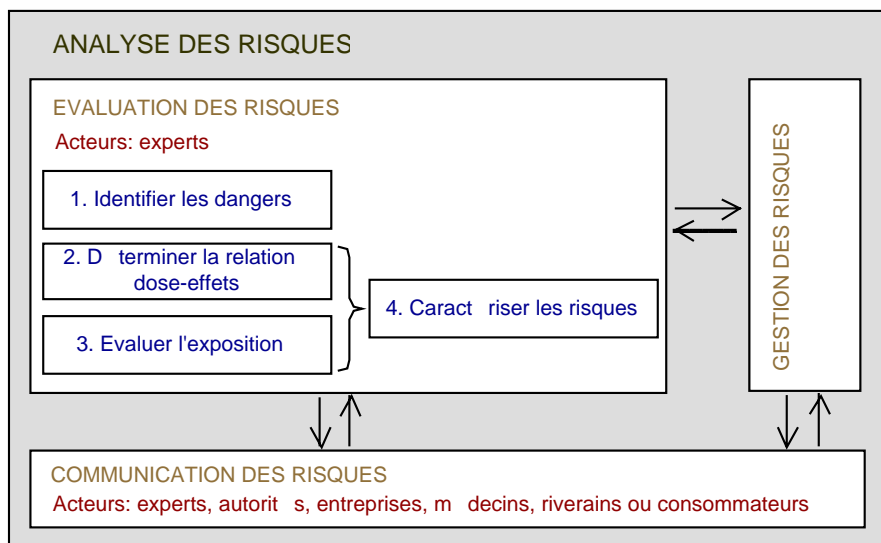


Figure 4: Les composantes de l'analyse des risques et leurs principaux acteurs (Conception: CEEW)

L'évaluation des risques permet d'estimer de façon quantitative ou qualitative dans quelle mesure un danger potentiel représente effectivement un risque pour la santé.

Danger et risque	?
<p>Le danger existe en tant que tel (par ex. la malaria), mais le risque n'apparaît que lorsque des cibles y sont exposées (le risque de contracter la malaria est quasi inexistant dans nos régions). Autrement dit, le risque est la probabilité qu'un danger produise ses effets; il ne survient que s'il y a conjonction de trois facteurs: présence d'une source (danger), d'une cible, et d'un transfert de l'une à l'autre par le biais d'un vecteur. On pourra l'exprimer comme suit:</p> $\text{Risque} = f(\text{Danger}, \text{Exposition}) = f(\text{Danger}, \text{transfert}, \text{cible})$	

L'évaluation des risques est du ressort des experts. Classiquement, elle comprend quatre étapes (Figure 4):

1- L'identification des dangers potentiels

Ces dangers peuvent être chimiques (par ex. un sol pollué), physiques (par ex. une source radioactive) ou biologiques (par ex. un agent pathogène).

2- L'établissement de la relation dose-effets

Les données sont collectées au sujet de la relation entre l'intensité de l'exposition (dose perçue) et les effets indésirables qui en découlent (nature et sévérité des effets); c'est à ce niveau qu'intervient la toxicologie.

3- L'évaluation de l'exposition

Les données sont collectées afin de préciser quelles sont les cibles potentielles (par ex. les habitants proches de la source de pollution) et dans quelle mesure leurs habitudes et caractéristiques propres les exposent plus ou moins au danger considéré. Des modèles d'exposition (par exemple *RISC Human* ou *RBCA ToolKit* dans le cas des sites et sols pollués) peuvent être utilisés pour estimer quantitativement les doses encourues. De tels modèles intègrent des données mesurées ou modélisées. Dans le cas des substances chimiques, le *biomonitoring* (cf. point 2.1) est particulièrement utile lorsqu'il s'agit d'évaluer l'exposition multivoies et multisources puisqu'il permet le calcul de charges corporelles, soit le contenu total en substances accumulées dans l'organisme.

4- La caractérisation du risque

A partir des deux points précédents, des conclusions sont tirées au sujet de la possibilité, de la fréquence et de la sévérité des effets sur la santé du danger considéré.

Pour permettre la mise en place d'un processus décisionnel, l'évaluation des risques doit être complétée des étapes de gestion du risque et de communication du risque.

La *gestion du risque* est du ressort des autorités politiques, qui prennent les mesures nécessaires (prévention, contrôle, interdiction, ...) sur base des résultats de l'évaluation des risques et d'autres facteurs éventuels tels que la faisabilité ou des considérations socio-économiques. A ce stade, les capacités des populations cibles à faire face au danger sont définies sous le terme de *vulnérabilité*, concept particulièrement important en santé publique pour la mise en œuvre de réponses adéquates. A un autre niveau, la gestion des risques est également assurée par les entreprises, par exemple lorsqu'elles mettent en place des mesures destinées à réduire les expositions professionnelles.

Quant à la *communication du risque*, elle doit idéalement avoir lieu tout au long du processus d'analyse du risque et impliquer toutes les parties intéressées (scientifiques, autorités, entreprises, consommateurs, ...), à travers un échange interactif et continu d'informations et de points de vue. Elle doit tenir compte des théories de la perception des risques (cf. point 2.5).

La nécessité de communiquer sur les risques est affirmée dans la convention d'Aarhus, ratifiée par la Belgique en 2003, et transposée dans le droit européen via plusieurs directives. Cette convention porte sur les droits d'accès à l'information sur l'environnement, de participation du public au processus décisionnel et d'accès à la justice en matière d'environnement. Elle vise une participation accrue des citoyens dans les processus de décision, et garantit pour ce faire un libre accès à toute information relative à l'environnement. La directive portant sur l'accès du public à l'information en matière d'environnement (dir 2003/4/CE) est transposée en droit belge dans la loi du 5/08/2006.

Dans le cas des sols pollués, une procédure d'analyse des risques a été proposée en 2006 conjointement par le Ministre de l'Environnement et les Ministres de la Santé de la Région wallonne et de la Communauté française; cette procédure est exposée au point 6.

Courir le risque ou prévenir plutôt que guérir?

Certains agents neurotoxiques utilisés dans le passé (plomb, mercure, arsenic, PCB...) ont fait l'objet de campagnes de prévention efficaces une fois les risques pour la santé bien établis: preuves de toxicité chez l'adulte d'abord, et, après des délais considérables, preuves de troubles du développement nerveux chez l'enfant.

Partant de ce constat, des chercheurs américains ont identifié sur base des données de la littérature (cas d'empoisonnement, exposition professionnelle principalement) 200 substances neurotoxiques pour l'homme, dont la plupart se retrouvent couramment dans l'environnement (alimentation, biens de consommation...) (Grandjean & Landrigan, 2006). Les effets de ces substances sur le développement du cerveau humain ne sont pas connus, et aucune limite d'exposition n'est définie pour protéger l'enfant.

Ces auteurs appellent à des actions immédiates, visant à mieux connaître les substances chimiques industrielles qui ont déjà montré des effets toxiques sur le système nerveux, et à identifier d'éventuels groupes à risques exposés à ces produits via le lieu de résidence, l'activité professionnelle, ou les habitudes de vie. Ces conditions sont essentielles pour évaluer les risques, et prendre à temps si nécessaire des mesures réglementaires pour limiter leur usage.

L'insuffisance des tests de toxicité des substances chimiques mises sur le marché concerne également d'autres types d'effets (perturbation du système endocrinien, effets sur la reproduction...). En Europe, ce constat a poussé la CE à élaborer le projet de règlement REACH.

2.5 Risques objectifs et subjectifs

Il est fréquent qu'il y ait discordance entre l'importance que la population, les médias, et les politiques accordent à certains risques et celle qui semblerait logiquement découler des données scientifiques dont on dispose. C'est la confrontation entre les "risques subjectifs" -ou "risques perçus"- et les "risques objectifs", les premiers intégrant la dimension subjective de la perception du risque, chargée d'affectivité et renvoyant aux sentiments d'incertitude et d'insécurité qui habitent chaque individu.

Ainsi, des peurs intenses peuvent être déclenchées par des dangers qui présentent une faible probabilité d'occurrence, alors que des risques avérés effrayent assez peu. C'est ce qui explique également que le classement des risques perçus par ordre de gravité dépend fortement de caractéristiques individuelles telles que la catégorie socio-professionnelle.

De nombreuses études ont été effectuées dans ce domaine. Elles indiquent notamment que les gens sont plus inquiétés par les risques subis que par les risques choisis et que les dangers technologiques les préoccupent plus que les dangers naturels. Elles montrent également que deux facteurs déterminent particulièrement le caractère passionnel des réactions de la population face à un risque donné:

- l'horreur que suscite l'idée d'en subir les effets;
- le caractère familier ou nouveau de ce risque.

Les événements moins familiers, et dont les effets sont plus effrayants, sont perçus comme plus risqués.

Ces notions de risque perçu sont fondamentales dans tous les aspects de la communication du risque (Ropeik & Slovic, 2003). D'autre part, elles sont en lien étroit avec l'état de santé subjectif: diverses études indiquent en effet que l'on se sent en moins bonne santé en présence d'un risque perçu comme important (Vrijheid, 2000).

Les facteurs de la perception du risque

Vingt années de recherches internationales sur la perception du risque ont permis d'en déterminer les principaux facteurs. Souvent, ces facteurs agissent simultanément, s'opposent ou se renforcent. Ils évoluent également de façon dynamique, par exemple en fonction de l'évolution de la situation personnelle ou des connaissances scientifiques.

Risque naturel ou anthropique: nous craignons plus les risques anthropiques ou technologiques que naturels.

Risque familial ou nouveau: le risque rencontré pour la première fois fait beaucoup plus peur que le risque côtoyé de longue date.

Risque imposé ou volontaire: nous craignons plus le risque qui nous est imposé (le conducteur de la voiture voisine utilisant son téléphone portable) que ce même risque quand nous en sommes l'acteur (nous, conduisant et téléphonant en même temps).

Risque et bénéfique: plus nous percevons de bénéfices liés à l'élément générateur de risque, moins nous percevons ce risque.

Contrôle et non-contrôle: le fait de participer au contrôle du risque (conduire soi-même, se protéger, s'impliquer dans l'analyse des risques...) diminue le risque perçu.

Caractère effrayant du risque: plus le risque est associé à un événement effrayant ou atroce (mort douloureuse par exemple), plus il est perçu comme important.

Catastrophes ou risques chroniques: nous craignons plus les événements soudains, violents et localisés que les risques plus diffus dans le temps et l'espace, même lorsque ces derniers font beaucoup plus de victimes.

Une victime connue: un risque personnifié dans une personne connue est perçu comme plus important.

Génération futures: nous sommes particulièrement préoccupés par les risques qui touchent nos enfants.

Degré de conscience: l'abondance d'informations sur un risque donné, ou le fait d'être touché de près par une manifestation de ce risque, augmente notre sentiment de peur.

Confiance: la confiance dans les personnes qui nous informent et/ou nous protègent, ou dans les processus qui déterminent notre niveau d'exposition, diminue le risque perçu.

Incertitude: plus un risque présente d'incertitudes -données insuffisantes pour permettre une évaluation fiable-, plus il est craint; c'est typiquement le cas des technologies nouvelles.

Complexité: les risques difficiles à comprendre (énergie nucléaire, chimie de synthèse) sont craints davantage.

Suis-je affecté? Le risque pour la société peut être faible et ne concerner qu'une personne sur un million; nous percevons ce risque comme important en nous disant que nous pouvons être cette personne.

2.6 Action et responsabilité individuelles

Dans le grand public, les facteurs environnementaux susceptibles d'avoir un impact sur la santé sont souvent évoqués comme des éléments subis, liés au fonctionnement de notre société actuelle, et sur lesquels nous n'avons pas prise en tant qu'individu.

Il existe cependant de nombreux domaines de la santé environnementale sur lesquels nous pouvons agir de façon individuelle, soit pour éviter ou réduire notre exposition à des facteurs

susceptibles de présenter un risque -à travers des choix de consommation notamment (alimentation, habitat, énergie, transport ...)-, soit pour éviter d'être nous-mêmes à l'origine de tels facteurs en évitant une série de pratiques nuisibles à la santé et l'environnement, en particulier dans la sphère domestique.

Ce comportement plus actif et responsable nécessite des efforts de sensibilisation et d'éducation à la santé environnementale. C'est le rôle que jouent divers acteurs: les associations de défense de l'environnement, les enseignants et éducateurs. Dans le domaine de la pollution intérieure par exemple, les associations de défense de l'environnement sont à l'origine d'un site web sur la santé dans la maison: www.sante-environnement.be.

Par ailleurs, certaines activités professionnelles peuvent servir de leviers pour une amélioration dans le domaine de la santé environnementale: les professions liées à la santé bien sûr (généralistes, spécialistes, infirmiers, kinésithérapeutes...), mais également tous les métiers de la construction (architectes, entrepreneurs...), du logement (gestionnaires de logements sociaux...), de l'ameublement (vendeurs d'articles de bricolage...), et plus largement de l'environnement. Beaucoup reste à faire dans ce domaine, à commencer par une véritable prise en compte de la santé environnementale dans la formation et la diffusion d'informations ciblées adaptées à chacune de ces professions.

2.7 Le rôle des médecins

Travaillant dans une aire géographique déterminée, avec une vision globale et continue de la santé de ses patients, le médecin généraliste se trouve *a priori* à une place privilégiée pour mettre en évidence les liens entre santé et environnement, quand cela est possible, et donner l'alerte aux autorités compétentes. Par rapport à d'autres sources de données, les généralistes apportent une couverture très large de la population. Selon l'enquête de santé par interview 2001, 94% des Belges déclarent avoir un généraliste et 81% disent l'avoir consulté au moins une fois au cours des 12 derniers mois.

Cette mission, reconnue comme faisant partie du travail des omnipraticiens par la profession elle-même, n'est pas assez encouragée. Elle nécessite une formation et une information suffisantes du médecin, une reconnaissance officielle et une rétribution. Si la formation médicale en Belgique est d'excellente qualité, l'importance donnée à la santé publique et à la santé environnementale est insuffisante. Il y a beaucoup à faire tant au niveau de la formation initiale qu'au niveau de la formation continuée.

2.8 Combien ça coûte?

Les impacts de l'environnement sur la santé ont un coût en termes de santé publique. Sur le plan économique et pour les facteurs environnementaux liés aux activités humaines, on parle d'*externalités négatives*, dans la mesure où il s'agit de coûts payés collectivement qui ne sont pas assumés par les producteurs et les consommateurs à travers le prix du marché. L'évaluation de ces coûts est indispensable dans la mesure où les préoccupations des autorités compétentes en matière de santé publique concernent non seulement la santé des personnes, mais également la pérennité d'un système de soins de santé.

Diverses méthodes permettent d'évaluer ces coûts. Elles se fondent soit sur les dépenses de santé (personnels et services de santé, recherche, formation, prévention...), soit sur une

évaluation des coûts liés à la part de la morbidité et de la mortalité due à des facteurs environnementaux.

Les coûts de morbidité environnementale peuvent être évalués sur base des dépenses de santé liées aux années vécues en incapacité. Les coûts de mortalité environnementale peuvent être estimés en valorisant les années de vie perdues en fonction du produit intérieur brut (PIB). Les coûts de mortalité et morbidité peuvent également être estimés en ayant recours au concept du *consentement à payer*, à savoir le montant moyen qu'un individu est prêt à payer pour éviter des effets sur la santé ou un surcroît de risque de décès prématuré, ou du *consentement à accepter*, à savoir le montant moyen qu'un individu accepterait en compensation des dommages causés. Enfin, la perte de rentabilité peut également être exprimée en termes monétaires.

Le fait de donner une valeur monétaire à la vie humaine est souvent contesté parce que, d'une part, pour beaucoup, la vie n'a pas de prix, et d'autre part, parce qu'il est choquant de constater que les méthodes utilisées mènent à des résultats différents selon le développement économique de la région pour laquelle se fait l'estimation. Mais il faut noter que c'est une diminution de risque de décès qui est évaluée, et non la valeur d'une vie humaine en particulier après que des facteurs environnementaux ont provoqué la mort.

Ces méthodes, qui restent entachées de beaucoup d'incertitudes -notamment pour ce qui est de l'évaluation de la part environnementale de la morbidité et de la mortalité- ont toutefois le mérite de donner un ordre de grandeur des sommes colossales qui sont en jeu. Le Tableau 3 présente une estimation des coûts annuels de santé environnementale dans les pays de l'OCDE à haut revenu (Melse & de Hollander, 2001) selon trois des approches exposées ci-dessus: les dépenses de santé environnementale, les coûts de la morbidité et de la mortalité environnementale estimés sur base du PIB, et le consentement à payer.

Méthode d'évaluation	Coûts de santé environnementale (2001)	
	Milliards de \$US	\$US/habitant
Total des dépenses de santé imputables à des facteurs environnementaux	31 - 94	35 - 106
Coûts de la morbidité et de la mortalité imputables à des facteurs environnementaux	47 - 141	53 - 160
Coûts de la morbidité et <i>consentement à payer</i> pour la mortalité imputable à des facteurs environnementaux	215 - 684	243 - 774

Tableau 3: Estimation des coûts annuels de santé environnementale dans les pays de l'OCDE à haut revenu (Melse & de Hollander, 2001)

En Belgique, peu d'études ont été consacrées à ces aspects. On peut néanmoins citer:

- une étude menée en Flandre (MIRA, 2005b), où, pour l'année 2002, le coût total des atteintes aiguës et chroniques imputables à la pollution atmosphérique (PM₁₀, ozone, rayonnement UV, benzène, benzo(a)pyrène, arsenic, nickel, plomb, radon) et au bruit a pu être estimé à 2,3 milliards d'euros par la méthode du *consentement à payer*; 62 % de ce

montant étant imputable aux PM₁₀, 16 % à l'ozone et 12 % au bruit. D'après cette même étude, 18 % des coûts externes de santé correspondent à la mortalité liée au cancer;

- une étude menée en Région de Bruxelles-Capitale (Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles, 2002), où, pour l'année 1998, le coût total de la mortalité et de la morbidité imputables à la pollution atmosphérique d'origine automobile (PM_{2,5}, SO₂, CO) a été estimé à 811 millions d'euros sur base d'une valeur de vie statistique moyenne issue d'une large gamme d'études utilisant des approches différentes; 80 % et 20 % de ce montant sont respectivement imputables à la mortalité et à la morbidité liées aux PM_{2,5}. Les coûts dus à la bronchite chronique, aux journées de travail à productivité réduite et aux cancers liés aux particules représentent respectivement 62 %, 24 % et 7 % des coûts totaux liés à la morbidité.

Pour les décideurs politiques, le développement et l'affinement de ces méthodes d'évaluation des coûts sont essentiels: (1) pour pouvoir évaluer les bénéfices attendus des politiques de prévention en regard de leurs coûts afin d'orienter les choix, et (2) pour évaluer après coup l'efficacité des politiques menées. C'est pourquoi le développement de la recherche dans ce domaine fait l'objet d'une recommandation spécifique du *Plan National Environnement Santé* (NEHAP) belge.

3 Qualité de l'air et santé

C'est une vingtaine de m³ d'air qui passe par nos poumons chaque jour! Une voie royale d'exposition à une série de substances volatiles ou de particules en suspension dans l'air dont certaines ne sont pas sans danger pour la santé. En effet, la pollution de l'air est responsable de la majeure partie des maladies liées à des facteurs environnementaux en Europe (EEA, 2005).

Pour des raisons liées aux caractéristiques de l'exposition et à la nature des substances ou particules rencontrées, il est courant de distinguer les pollutions de l'air à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

3.1 Qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

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. Ces atmosphères intérieures, peu étudiées avant les années 80, se révèlent aujourd'hui particulièrement riches en polluants divers.

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.

La pollution de l'air intérieur est particulièrement insidieuse:

- elle est généralement très discrète: peu de manifestations visuelles permettent de la détecter et les concentrations des substances chimiques mises en cause sont bien souvent inférieures au seuil de détection de l'odorat humain;
- elle semble improbable pour celui qui se sent en sécurité dans sa maison, dans un relatif isolement par rapport aux sources extérieures de pollution identifiées;
- ses effets sur la santé peuvent être quasi immédiats (allergies, asthme, irritation des muqueuses, ...), ou ne se manifester qu'après un temps de latence très long (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, etc. Une présentation schématique de quelques sources de polluants intérieurs est donnée à la Figure 5.

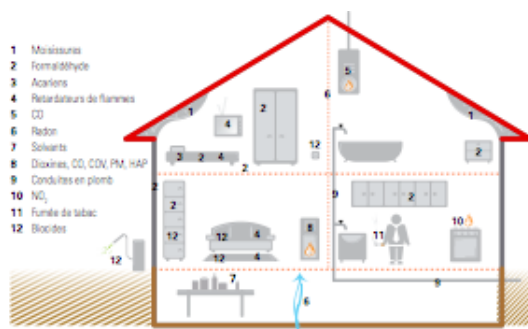


Figure 5: Sources de quelques polluants intérieurs dans la maison (conception CEEW)

L'exposition aux polluants intérieurs peut entraîner des symptômes de natures diverses et peu spécifiques (Tableau 4). Leur intensité varie en fonction de la sensibilité individuelle.

Certains de ces symptômes sont regroupés sous l'appellation générale de *Syndrome des Bâtiments Malsains* (SBM) ou *Sick Building Syndrome* (SBS). 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 (Bielroy & Deener, 1998).

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, picotement 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

Tableau 4: Effets les plus souvent invoqués dans les cas de pollution de l'air intérieur

Des indicateurs de pollutions intérieures

Nombre de cas examinés par an dans le domaine du diagnostic de la pollution intérieure

Le recul est insuffisant pour disposer de données réelles en Région wallonne. Au Grand Duché de Luxembourg, le service compétent effectue un peu plus d'une visite par an et par 1000 habitants. En Allemagne, on compte chaque année environ une visite pour 3000 habitants.

Fréquence des problèmes rencontrés

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 (Figure 6). A noter cependant que ces estimations n'autorisent aucune extrapolation en termes de santé publique étant donné le biais introduit par le fait que les visites ne se font que sur prescription médicale.

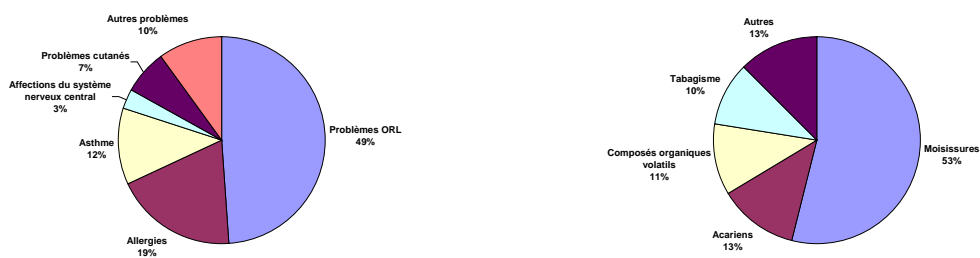


Figure 6: Fréquence des pathologies et des causes rencontrées en 2004-2005 par le SAMI de la Province du Luxembourg

Etat de l'habitat

Sur base de données statistiques (http://statbel.fgov.be/home_fr.asp), la qualité du logement wallon peut être considérée comme relativement bonne en termes de confort et de fonctionnalité (chauffage, salle de bain, isolation). Ce type de confort n'est cependant pas automatiquement synonyme de qualité de l'environnement intérieur: ainsi une isolation thermique trop poussée, surtout dans des maisons neuves, peut entraîner un manque de ventilation et l'apparition de moisissures. L'enquête de santé par interview réalisée en 2004 (ISP, 2006), révèle que 4,1 % des ménages wallons se disent gênés par des problèmes d'humidité et 2,8 % par des problèmes de moisissures et de champignons (sur 2 288 ménages interrogés).

Un inventaire chiffré des émissions potentielles dans l'habitat reste néanmoins pratiquement impossible à réaliser, si ce n'est peut-être en ce qui concerne le radon, dont l'origine est essentiellement extérieure (cf. point 3.1.4).

En ce qui concerne l'exposition aux substances chimiques via le mobilier ou l'utilisation de produits d'usage courant, on commence seulement à entrevoir l'ampleur du problème. Des signaux d'alerte sont donnés par quelques études ponctuelles qui demandent à être approfondies, en particulier pour connaître les effets à long terme de la multitude de substances chimiques qui circulent dans l'environnement domestique.

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

Le climat intérieur est un facteur clé dans le contrôle du développement des bioaérosols en milieu intérieur. 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 (AGW des 30/04/96 et 9/05/96). Des exigences y sont spécifiquement définies en matière de ventilation, avec des débits de renouvellement d'air en fonction de l'usage des locaux. Plus de détails sur <http://energie.wallonie.be>.

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, épaulée par un comité scientifique et en concertation avec les deux autres Régions du pays.

3.1.1 Pollutions intérieures liées au phénomène de combustion

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

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

3.1.1.1 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 agents 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 cancérogènes.

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 (CRIOC, 2003) -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 (Smoke Free partnership, 2006).

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 (<http://www.rudydemotte.be/planfr.pdf>) comprenant diverses mesures dont l'interdiction de fumer dans les lieux publics, en particulier sur le lieu de travail (A.R. du 19 janvier 2005, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2006) et dans le secteur Horeca (A.R. du 13 décembre 2005, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2007). Ces mesures ne concernent pas l'habitat privé.

3.1.1.2 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 etc.).

Le CO tue chaque année	!
<p>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 (Centre Anti-Poisons, 2005). 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.</p>	

L'action toxique du CO sur la santé résulte du fait qu'il entre en compétition avec l'oxygène au niveau de l'hémoglobine, avec une affinité pour l'hémoglobine de 200 à 250 fois supérieure à celle de l'oxygène (WHO, 2000). La carboxy-hémoglobine ainsi formée ne parvient plus à oxygéner les organes, ce qui entraîne l'hypoxie, dont les conséquences sont particulièrement sensibles au niveau du système nerveux central, du myocarde et du fœtus en cas de grossesse. L'OMS recommande une exposition maximum de 100 mg/m³ pendant 15 minutes ou de 10 mg/m³ pendant 8 heures (WHO, 2000).

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.

3.1.1.3 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.

L'OMS propose une valeur-guide de 200 µg/m³ (moyenne sur une heure) de NO₂ dans l'air ambiant (WHO, 2000).

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

3.1.2 Substances chimiques préoccupantes pour la santé dans l'habitat

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

Les Composés Organiques Volatils (COV), le formaldéhyde, les produits biocides sont autant de substances toxiques auxquelles on est particulièrement exposé dans certains milieux intérieurs.

3.1.2.1 Composés Organiques Volatils (COV)

Les Composés Organiques Volatils (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 (Tableau 5).

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

Tableau 5: Principales sources de COV dans les milieux intérieurs

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 détoxication, puis sont en partie éliminés avec leurs métabolites dans l'urine ou la sueur. Mais cette action de détoxication 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.

3.1.2.1.1 *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	!
<p>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 dans les 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 <i>Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure</i> (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.</p>	

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 (cf. point 10.2.2). En attendant, on peut réduire l'exposition au formaldéhyde 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.

3.1.2.1.2 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	!
<p>Pour la période 2000-2003, la CRIPI à Bruxelles a mesuré des concentrations en benzène supérieures à la norme européenne de 5 µg/m³ (moyenne annuelle) dans 151 des 317 logements inspectés. Les concentrations en toluène dépassaient la valeur-guide de 260 µg/m³ (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.</p>	

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).

3.1.2.2 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 le 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 pyréthrinoïdes (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; la plupart du temps, les traitements préventifs contre les insectes et les champignons ne sont pas indispensables; certaines essences de bois comme le châtaignier ou les bois exotiques sont même naturellement résistantes.
- de privilégier les méthodes alternatives, telles 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.

3.1.2.3 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 et empêchent ainsi la combustion et la propagation du feu. 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 (Covaci *et al.*, 2006). 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 (Schechter *et al.*, 2003; Sjodin *et al.*, 2004).

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) (Janssen, 2005). Ces molécules pourraient être aussi toxiques que les dioxines et furanes proprement dits (PCDD et PCDF) (CSTEE, 2002).

3.1.3 Les bioaérosols

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

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).

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 minimales 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 %.

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 (cf Figure 6). On trouve une grande diversité d'espèces en fonction des conditions rencontrées, les espèces les plus courantes appartenant aux genres *Aspergillus*, *Cladosporium* et *Penicillium*. Quatre conditions favorables doivent être réunies pour que les moisissures se développent: il faut de l'oxygène (peu de moisissures se développent en milieux tout à fait clos), une température suffisante (entre 5 et 25°C), un substrat nutritif organique, par exemple de la cellulose, et de l'humidité. 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 infections 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.

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 etc. 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 etc.). Ces problèmes peuvent être évités par des pratiques de bonne gestion des températures dans les circuits d'eau intérieurs.

3.1.4 Le radon

Sur base d'un dossier de Louis de Saint-George (CEN-SCK), mis en ligne sur le site EEW

Bien qu'émetteur de radiations ionisantes, et dès lors composante de l'environnement physique traité plus loin (cf. point 7.2.1), 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. C'est un gaz noble, c'est-à-dire qu'il est essentiellement inerte d'un point de vue chimique. Il est incolore et inodore. Il est un stade intermédiaire de la longue

chaîne de décroissance radioactive (cf. point 7.2.1) de l'uranium en plomb, le seul à l'état gazeux. Ses isotopes les plus abondants, le radon-222 et le radon-220, sont des émetteurs de particules α (cf. point 7.2.1.1) à courte demi-vie, respectivement 3,8 jours et 55,6 secondes; ils donnent naissance à de nombreux autres radioéléments à prendre également en compte lors de l'évaluation de l'exposition.

Grâce à sa nature gazeuse, le radon naturellement présent dans le sol peut s'infiltrer à travers une fissure, le passage mal colmaté d'une canalisation ou à travers une dalle ou des joints de dallage poreux (Figure 7). Il peut ainsi s'accumuler à l'intérieur d'endroits clos tels des grottes, des mines, mais aussi des maisons ou autres bâtiments. Cette accumulation est facilitée par les écarts de température 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.

D'autre part, certains matériaux de construction tels que la pierre, les plâtres et plaques de plâtre contenant du phosphogypse, le ciment, le béton, sont une source de radon; leur contribution pourrait atteindre quelques dizaines de Bq/m³.

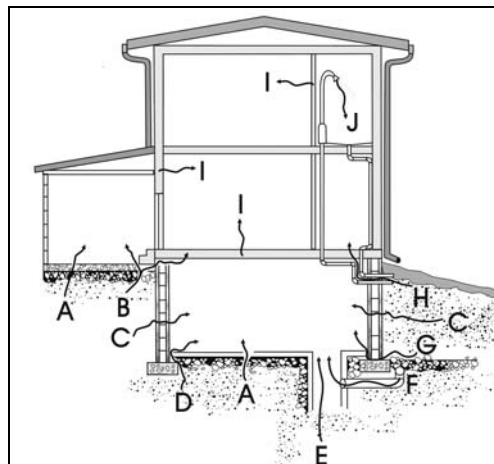


Figure 7: Infiltration du radon dans un bâtiment, à partir:

- 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)

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.

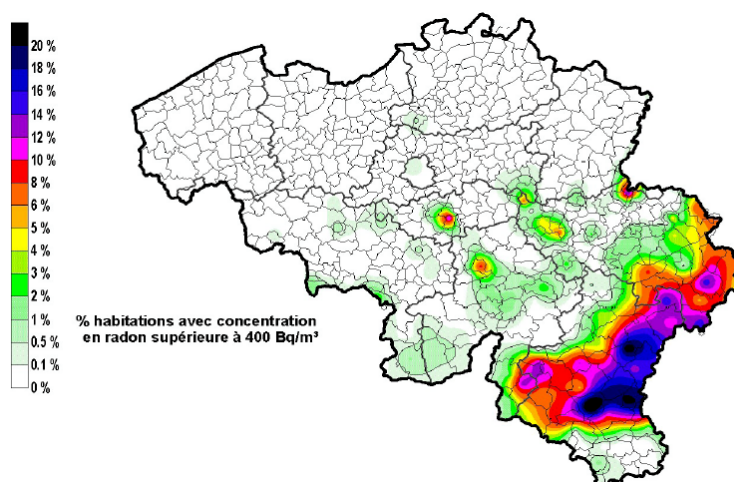
Dans les régions où la teneur en radon dans le sol est élevée, les concentrations peuvent aussi être importantes dans les eaux souterraines, et notamment dans l'eau pompée directement du sol, comme par exemple d'un puits privé. Le radon dissout dans l'eau s'en échappe lorsque l'eau est exposée à l'air,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

Niveaux d'exposition en Région wallonne

En Belgique, les concentrations en radon dans les habitations sont en moyenne relativement faibles. Elles sont plus élevées en Wallonie (70 Bq/m^3) qu'en Flandre (35 Bq/m^3) 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 1 donne la proportion d'habitations en Belgique dans lesquelles la concentration en radon dépasse la limite de 400 Bq/m^3 définie au niveau européen pour les habitations existantes¹. Dans certaines parties de la province de Liège et de Luxembourg, la concentration en radon dépasse 400 Bq/m^3 dans 10 % des habitations et 1000 Bq/m^3 dans environ 4 % des habitations.



Carte 1: Pourcentage d'habitations présentant une concentration en radon supérieure à 400 Bq/m^3

(Source : CEN-SCK)

Impacts sur la santé

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

¹ Recommandation de la Commission 90/143/Euratom

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 .

Les effets généraux des radiations ionisantes sont exposés au point 7.2.1.1. Dans le cas du radon en particulier, 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 (Darby *et al.*, 2006), 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; ainsi, le risque absolu cumulé de développer un cancer du poumon avant l'âge de 75 ans serait respectivement de 0,41 %, 0,47 %, 0,67 % et 0,93 % pour des concentrations en radon de 0, 100, 400 et 800 Bq/m³ (Darby *et al.*, 2006). Pour les fumeurs, ce risque est environ 25 fois plus grand en raison de synergies entre les effets nocifs de la fumée du 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 200 Bq/m³ dans les nouvelles constructions (Recommandation de la Commission 90/143/Euratom). 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 faire baisser. 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 8 illustre les variations de concentration en radon avant (1800 Bq/m³) et après (200 Bq/m³) l'application de telles mesures.

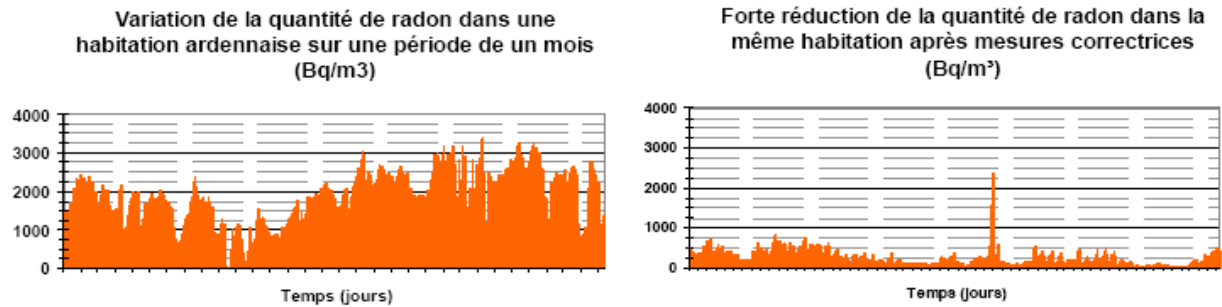


Figure 8: Evolution des concentrations en radon avant et après l'application de mesures correctrices

(Source : CEN-SCK)

3.1.5 L'amiante et les fibres minérales artificielles

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

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 (par exemple, les joints des fours ou les isolants d'organes de chauffage), isolation électrique, portes coupe-feu, plaques murales (en asbeste-ciment), ardoises artificielles (Eternit), bijoux, ustensiles de cuisine, etc.

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 (INRS, on-line). 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.

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 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?	?
<p>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). Pour en savoir plus: http://www.ecoconso.be</p>	

Une association pour défendre les victimes de l'amiante

En Belgique, l'*Association Belge des Victimes de l'Amiante* (www.abeva.be) lutte pour la reconnaissance et l'indemnisation des victimes de l'amiante dans notre pays. Selon des estimations faites en Grande-Bretagne (Peto *et al.*, 1995), 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 que 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.

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 cancérigènes pour l'homme (Groupe 3) selon l'IARC. Par contre, les fibres réfractaires et certaines fibres de verre sont classées comme cancérigènes 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.

3.1.6 Le plomb

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

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 et l'usage de certains produits cosmétiques (teintures capillaires) sont d'autres sources d'exposition moins préoccupantes: la dureté contrôlée de l'eau de distribution réduit la solubilisation du plomb dans les conduites, et l'usage du plomb dans les cosmétiques ne se limite plus aujourd'hui qu'à certaines teintures.

Le plomb sanguin comme indicateur d'exposition	?
<p>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 progressive 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 <i>Vlaams humain biomonitoringsprogramma 2002-2006</i> (MIRA, 2005a). En Province du Hainaut, une plombémie moyenne de 30 µg/l a été mesurée chez 1409 enfants (Noël & Rubini, 2003). 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 (Claeys <i>et al.</i>, 2003); la cause majeure de ces intoxications est la présence d'anciennes peintures contenant du plomb.</p>	
<p>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 (ATSDR, 2005).</p>	

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 rétiniennes, manifestations rénales ou digestives, anémie, stagnation staturo-pondérale, 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 patte, mise en bouche d'objets ou des mains souillés 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 $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- 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.

3.1.7 La 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 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 (Figure 9). 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.

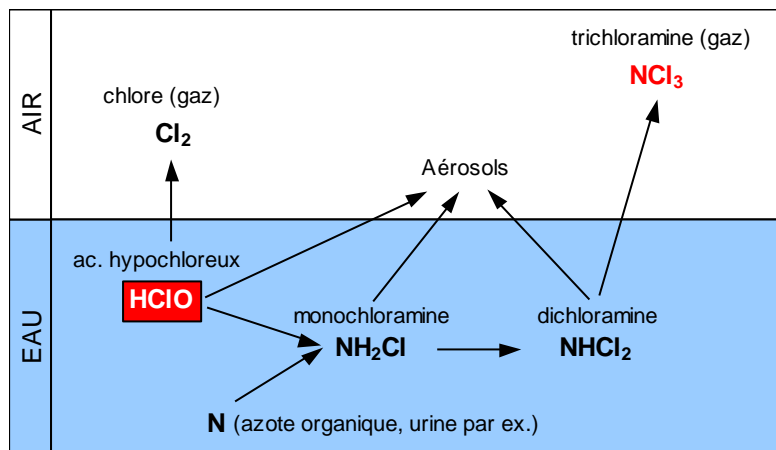


Figure 9: Formation de produits chlorés toxiques pour les voies respiratoires des baigneurs à partir de l'acide hypochloreux, biocide actif le plus couramment utilisé dans les piscines (d'après Nickmilder *et al.*, 2003).

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 (Bernard *et al.*, 2003; Bernard *et al.*, 2006) 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. Selon une étude épidémiologique des mêmes auteurs sur des écoliers bruxellois, 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 piscine 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, etc.), 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 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 1,5 m du sol (AGW 13/03/2003). Cette valeur limite a également été retenue par l'OMS comme valeur guide provisoire (WHO, 2006c).

Les concentrations en trichloramine dans les piscines wallonnes

La concentration en trichloramine dans les piscines publiques varie selon le degré d'affluence, l'hygiène des baigneurs et l'efficacité de la ventilation.

Une étude sur la qualité de l'air dans les piscines wallonnes utilisant le chlore pour la désinfection de l'eau a été réalisée en 2003 par l'Issep. Elle a porté sur la mesure de divers paramètres dans une quarantaine de piscines publiques. Les résultats obtenus ont montré que la concentration en trichloramine atteignait ou dépassait $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 1,5m au-dessus du niveau d'eau dans un tiers des établissements visités.

Or les données actuelles indiquent des troubles de la perméabilité épithéliale pulmonaire à partir d'une concentration en trichloramine de $340 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces troubles deviennent très significatifs au-delà de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2 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; il sera question ici des pollens et des 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 dans la section consacrée à l'alimentation (cf. point 5.1.3.1).

Monitoring de la qualité de l'air en Région wallonne	?
<p>La qualité de l'air fait l'objet d'un suivi par divers réseaux de mesures. 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 http://www.irceline.be/. 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.</p>	
<p>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,...</p>	

3.2.1 Pollution atmosphérique

Avec la collaboration de Suzanne Remy (ISSeP)

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 (WHO, 2005). 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.

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. 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. L'ozone troposphérique résulte lui aussi de réactions secondaires impliquant des COV et des oxydes d'azote. Enfin, le trafic routier produit également des HAP.

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 (WHO, 2004a). 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 point 10.1), 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.

3.2.1.1 Les 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.

On peut les caractériser par:

- leur origine: naturelle (embruns marins, érosion des sols, volcans, feux de forêts, pollen, virus, bactéries...) ou anthropique (industrie, transport, combustions, incinération de déchets...);
- leur mode de formation: primaire (particules formées à partir de processus mécaniques et directement émises dans l'atmosphère) ou secondaire (formées dans l'atmosphère par réactions chimiques à partir de gaz);
- leur taille; on distingue (Figure 10):
 - les particules grossières, dont le diamètre aérodynamique² est compris entre 2,5 et 10 µm;
 - les particules fines, dont le diamètre aérodynamique est compris entre 0,1 et 2,5 µm;
 - les particules ultrafines (nanoparticules), dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 0.1 µm.

Les caractéristiques de mode de formation et de taille sont corrélées: la taille des particules primaires reste généralement supérieure à 1 µm, tandis que les particules secondaires sont généralement des particules fines et ultrafines.

² 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.

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, d'autres fractions granulométriques sont utilisées pour classer les particules en suspension dans l'air en fonction de 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 inférieur à 10, 2,5, 1 ou 0,1 µm (Figure 10). Cette définition implique des recouvrements entre les dénominations: les PM₁₀, par exemple, comprennent également des particules mesurées dans les PM_{2,5} ou PM₁. D'autre part, si l'on se réfère aux définitions données ci-dessus, les PM₁₀ comprennent les particules grossières, fines et ultrafines. Quelques exemples de particules sont donnés à la Figure 10.

Les concentrations en particules dans l'air peuvent être exprimées en termes de masse ou de nombre de particules par unité de volume. Ces deux expressions donnent des résultats très différents: en nombre, les particules de dimensions inférieures à 0,1 µm constituent plus de 90 % de l'aérosol atmosphérique (CITEPA 2001), 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 termes de nombre, par classe granulométrique, est particulièrement importante.

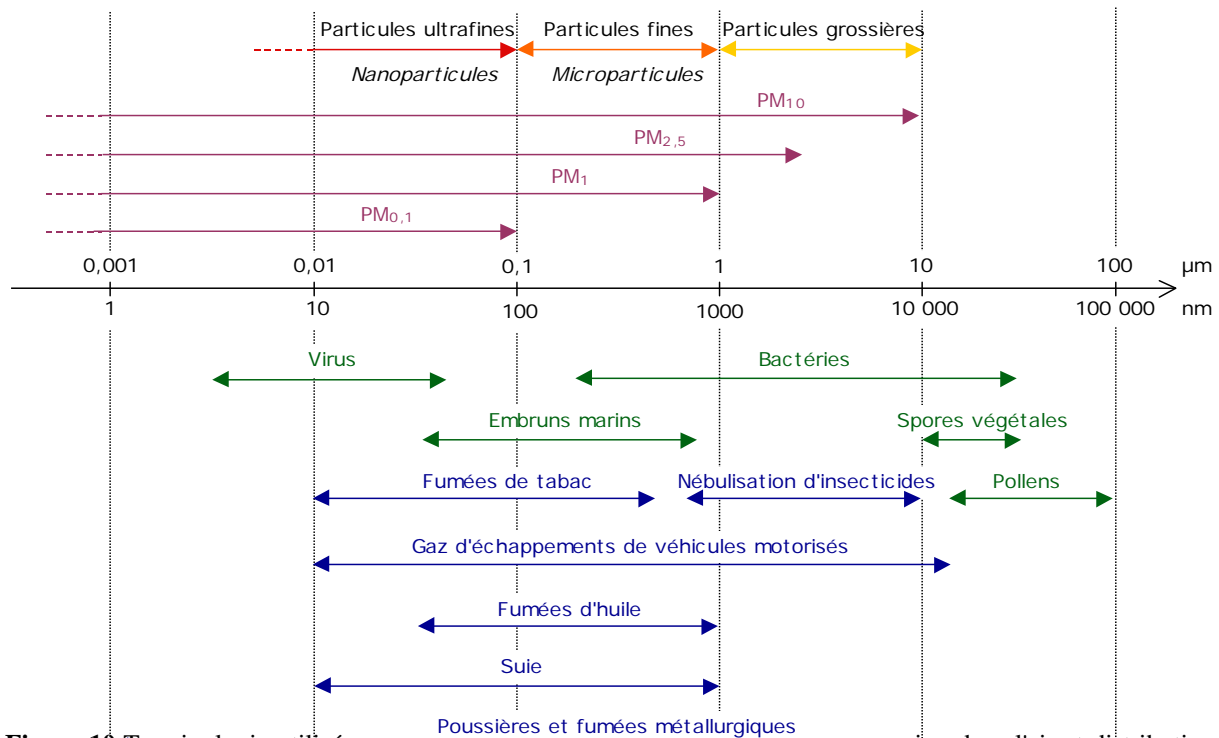


Figure 10 Terminologie utilisée pour caractériser la taille des particules en suspension dans l'air et distribution en taille de quelques types de particules d'origine naturelle (en vert) ou anthropique (en bleu) (Adapté de Lapple, 1961 et Owen *et al.*, 1992)

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 (Figure 11).

Les particules sont suspectées d'être à l'origine de divers problèmes de santé : asthme, bronchites persistantes et cancers du poumon (Künzli *et al.*, 2000). Leurs effets à court et à

long terme sont repris au Tableau 6. 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 PM₁₀ inférieures à 100 µg/m³. 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, etc.); cette toxicité s'exprime au niveau du système respiratoire, ou ailleurs dans l'organisme après translocation par voie sanguine ou lymphatique.

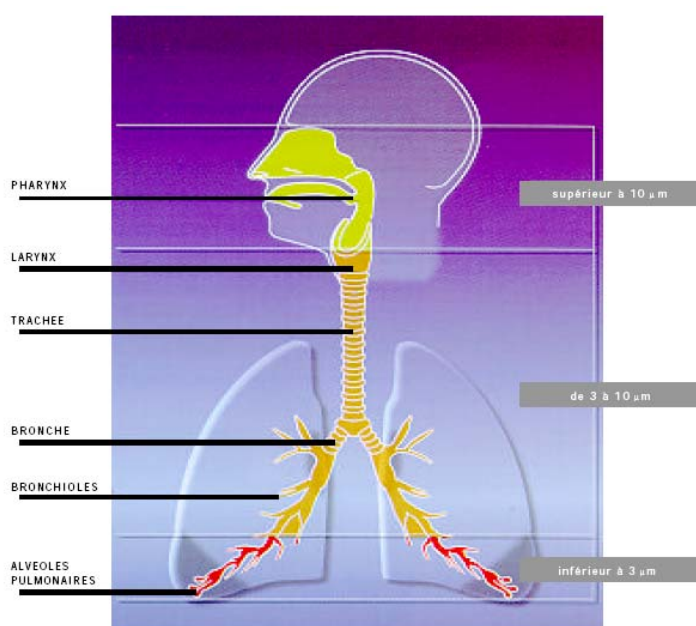


Figure 11: Pénétration des particules dans le système respiratoire en fonction de leur taille (CITEPA 2001)

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

Tableau 6: Effets sur la santé des particules en suspension dans l'air (WHO, 2004a)

Impacts chiffrés des particules sur la santé	!
<ul style="list-style-type: none"> • On estime à 348 000 le nombre total annuel de décès prématurés liés à l'exposition aux PM en Europe (EU-25) (WHO, 2006a); 	

- Des données épidémiologiques indiquent un accroissement relatif de 6 % de la mortalité toutes causes liée aux particules pour chaque augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des concentrations moyennes annuelles en $\text{PM}_{2,5}$ (Pope et al., 2002);
- 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 (WHO, 2006a);
- 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 (MIRA, 2005a).

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} .

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 %. Or les moteurs diesels constituent les principaux pourvoyeurs en particules.

En dépit du rôle délétère bien 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, etc.

Alors que certains nanomatériaux sont déjà produits industriellement (nanotubes de carbone et fullerènes par exemple), 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 (voir par exemple http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Nanotechnologies_juin_2006.pdf). Celles-ci sont aujourd'hui insuffisantes pour que soient protégés les travailleurs en contact avec ces matériaux, la population générale et les écosystèmes.

3.2.1.2 Ozone troposphérique

L'ozone est un gaz qui pénètre en profondeur dans l'appareil respiratoire. Ses effets à court et à long terme sont repris au Tableau 7.

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 (USEPA, 2006). 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 inexpliquée 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.

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

Tableau 7: Effets sur la santé de l'ozone troposphérique (WHO, 2004a)

Impacts chiffrés de l'ozone troposphérique sur la santé	!
<ul style="list-style-type: none"> • 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone sur 8 heures; chez les personnes âgées de plus de 65 ans, ce risque est estimé à 3.8 % (Spix *et al.*, 1998);

- 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 (WHO, 2006b);
- La mortalité quotidienne augmente d'environ 0,3 % en cas d'augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la concentration moyenne d'ozone quotidienne sur 8 heures (WHO, 2006b);
- 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 (MIRA, 2005a).

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 $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une heure d'exposition, et $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 8 heures d'exposition (Nickmilder *et al.*, 2003). 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 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bell *et al.*, 2006). Ces divers éléments indiquent que les effets de l'ozone ne se limitent pas aux jours où des dépassements des seuils d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont observés, et que la médiatisation de ces dépassements ne doit pas faire oublier le caractère chronique du problème.

3.2.1.3 Les 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 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 cancérogènes 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. Pour ceux dont la carcinogénicité est avérée en tout cas, 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, qui estime à 9/100000 le nombre de personnes susceptibles de développer un cancer s'ils sont exposés toute leur vie à une concentration de $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, ne mentionne pas de valeur-guide. La directive

2004/107/CE mentionne quant à elle cette concentration de 1 ng/m³ comme valeur-cible, que les Etats membres doivent tenter d'atteindre dès 2012.

3.2.1.4 Exposition et vulnérabilité des cibles

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.

En ce qui concerne les enfants:

- leur sensibilité est accrue pour des raisons physiologiques: poumons en développement et en croissance, système métabolique incomplet et système immunitaire immature.

Au niveau des voies respiratoires, 80 % des alvéoles pulmonaires sont formées durant la période post-néonatale. Durant cette période proche de la naissance, le nourrisson est particulièrement vulnérable aux polluants toxiques présents dans l'air ambiant. Aujourd'hui, l'association entre la mortalité post-néonatale pour cause respiratoire et la pollution par les particules en suspension est scientifiquement reconnue. D'autres conséquences sanitaires qui pourraient affecter le nouveau-né sont suspectées comme une réduction du poids à la naissance et les naissances prématurées. Ces effets doivent toutefois être confirmés par des études complémentaires.

- Ils sont plus exposés que les adultes.

Comparés aux adultes, les enfants sont plus exposés aux polluants de l'air. Proportionnellement, ils ventilent un plus grand volume d'air par unité de temps et ils fournissent une plus grande activité physique. Souvent les enfants passent plus de temps à l'extérieur que les adultes, les exposant ainsi davantage aux polluants de l'air extérieur.

- Les impacts conditionnent l'état de santé de l'adulte

L'exposition des enfants à la pollution de l'air a des implications sanitaires à long terme: les effets dommageables sur le développement des poumons durant l'enfance peuvent réduire la capacité fonctionnelle maximale et la capacité fonctionnelle de réserve à l'âge adulte.

3.2.2 Les pollens

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 des inflorescences discrètes (chatons ou épis) qui libèrent d'importantes quantités de pollen 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 -plus exactement avec certaines protéines de l'enveloppe extérieure du grain de pollen qui constituent des allergènes- 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 larmolement 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 XX^e 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 (Heinrich & Wichmann, 2004).

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. Celle-ci diffuse les résultats de ses observations via le site www.airallergy.be.

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 12 présente à titre d'exemple le calendrier pollinique de l'air à Marche-en-Famenne pour l'année 2005.

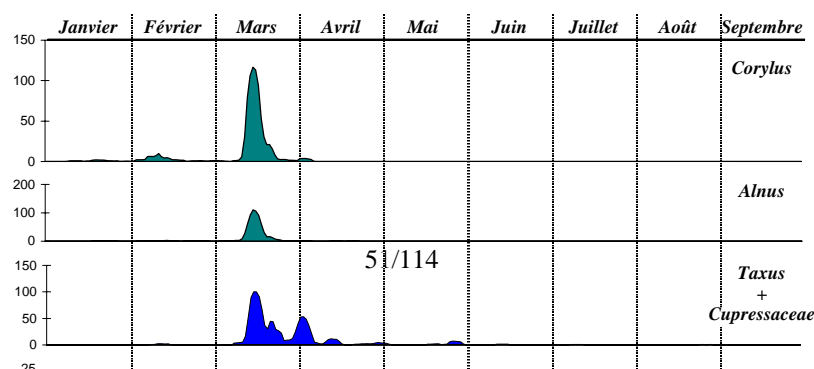


Figure 12: Calendrier pollinique de l'air à Marche-en-Famenne pour l'année 2005 (Moyennes courantes en grains par m³) (données fournies par la section Mycologie de l'Institut Scientifique de Santé Publique).

3.2.3 Les odeurs

Sur base d'un dossier de Jacques Nicolas (ULg), mis en ligne sur le site EEW

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).

3.2.3.1 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 connue 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	!
<p>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.</p>	

3.2.3.2 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 8. Il fait état du nombre et du type d'entreprises, indépendamment de leur taille (minimum 5 personnes) et de l'ampleur des émissions potentielles.

Secteur	Type d'odeur	Nombre d'entreprises en Région wallonne	Arrondissements les plus représentés
Bois	Résines, colles fort odorantes.	5	Liège, Mouscron, Philippeville Verviers
	Odeur de BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène).	26	
Papier, carton	Composés soufrés (H ₂ S, mercaptans) à odeur de chou.	1	Virton
	Odeurs variables (composés chlorés, latex, ...).	61	Verviers, Nivelles
Imprimerie	Dégagement de solvants, BTEX.	53/14	Nivelles, Charleroi, Liège
Peinture	Dégagement de solvants (alcools, glycols, BTEX, ...).	95	Liège, Verviers, Charleroi
Agro-alimentaire	Effluents, bassins de décantation.	5	Tournai, Waremme.
	Fermentation du sucre, séchage des	19	Tournai, Dinant

Tableau 8: Aperçu général des entreprises potentiellement génératrices d'odeurs

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

Mesurer les odeurs	?
<p>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. 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 $50\ millions\ d'uo/m^3$.</p> <p>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.</p> <p>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, le retournement des andains de compost ou l'épandage de lisier, le débit d'odeur peut atteindre un, voire plusieurs millions d'uo/s.</p> <p>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.</p>	

3.2.3.3 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. 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 agroalimentaires, l'industrie chimique et l'élevage (Figure 13).

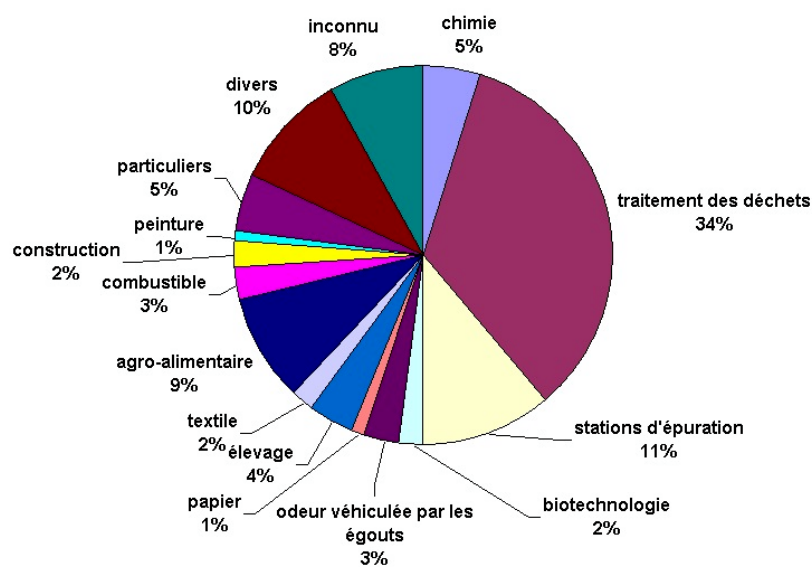


Figure 13: Répartition des plaintes relatives aux nuisances olfactives

(Source : MRW – DGRNE – DPE)

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.

3.2.3.4 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 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⁽³⁾.

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.

³ Les résultats sont diffusés sur le site : <http://mrw.wallonie.be/dgrne/data/dechets/cet/>.

4 Qualité de l'eau et santé

L'eau est une ressource essentielle. Son usage à des fins alimentaires, récréatives ou d'hygiène corporelle nécessite un certain niveau de qualité physico-chimique, chimique et microbiologique. Les substances qu'elle transporte sont en effet susceptibles d'être ingérées, inhalées, ou d'entrer en contact avec la peau.

Sur le plan réglementaire, ces exigences de qualité sont adaptées à l'usage; elles diffèrent pour l'eau de distribution et les eaux de baignade.

Aucun contrôle n'est exercé sur les eaux des puits particuliers ou des citernes d'eau de pluie, utilisées de façon croissante par les ménages.

4.1 Eaux de distribution

Sur base d'un dossier de Cédric Prevedello (AQUAWAL S.A.), mis en ligne sur le site EEW

L'eau distribuée par réseaux constitue un des produits alimentaires les plus contrôlés. Elle doit répondre aux exigences de qualité imposées par la législation européenne et wallonne.

Le respect de ces exigences nécessite le recours à certains traitements. Divers facteurs sont en effet susceptibles d'altérer sa qualité depuis le lieu de captage jusqu'au robinet : des facteurs naturels ou anthropiques agissant sur la qualité de l'eau brute, et des facteurs liés aux installations, publiques et privées, nécessaires au transport de l'eau traitée.

Malgré sa qualité et l'intensité des contrôles dont elle fait l'objet, de nombreux consommateurs dédaignent l'eau du robinet comme eau de boisson ; en Wallonie, l'eau en bouteille est préférée par 62 % de la population (AQUAWAL, 2005), essentiellement en raison de défauts organoleptiques (saveur, odeur, aspect) attribués à l'eau du robinet.

4.1.1 Des eaux de distribution bien contrôlées

La qualité de l'eau de distribution est une matière réglementée par la directive 98/83/CE, fondée essentiellement sur les *Guidelines for drinking water quality* de l'OMS (WHO, 2004b). Cette directive, transposée en droit wallon dans le code de l'eau⁽⁴⁾, est entrée en vigueur le 15/01/2004. Elle précise notamment les normes de qualité à respecter et les modalités des contrôles.

⁴ La directive 98/83/CE est transposée en droit wallon dans le décret du 12/12/2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et l'arrêté du Gouvernement wallon du 15/01/2004. Ces deux textes ont par la suite été intégrés dans le Code de l'eau. Le Code de l'eau est consultable en ligne : <http://mrw.wallonie.be/dgrne/legis/Codeenvironnement/Codeeau.htm>

4.1.1.1 Normes en vigueur

Les eaux de distribution doivent répondre aux exigences de propreté et de salubrité traduites par deux types de paramètres⁽⁵⁾ : des normes portant sur des paramètres microbiologiques et chimiques, qui doivent impérativement être respectées, et des valeurs indicatrices établies à des fins de contrôle. Ces normes doivent être respectées au point de puisage normalement utilisé par le consommateur à des fins alimentaires, c'est-à-dire généralement le robinet d'eau froide de la cuisine.

4.1.1.2 Modalités des contrôles

Deux types de contrôles sont prévus par la législation : les contrôles de routine et les contrôles complets. Ces contrôles sont obligatoires et doivent être réalisés par des laboratoires accrédités. La fréquence des contrôles dépend des volumes d'eau produits ou distribués dans une zone de distribution ; elle est au minimum -pour un volume produit ou distribué inférieur ou égal à 100 m³- de cinq contrôles de routine et d'un contrôle complet par an. Les distributeurs d'eau sont tenus de transmettre chaque année à la DGRNE le programme de contrôle et les résultats d'analyses. La DGRNE exerce un rôle de supervision et produit des rapports triennaux pour répondre aux obligations européennes en la matière.

Les contrôles de routine portent sur un nombre limité de paramètres. Ils ont pour but de vérifier la qualité microbiologique et organoleptique (turbidité, goût, odeur, saveur) des eaux distribuées. De plus, ils doivent permettre de vérifier l'efficacité des traitements appliqués, y compris celui de la désinfection.

Les contrôles complets visent à vérifier la conformité de l'eau à la législation ; ils portent sur tous les paramètres légaux (valeurs paramétriques et paramètres indicateurs), qui comprennent notamment, en plus des paramètres contrôlés en routine, les métaux, les pesticides et les HAP.

A ces contrôles obligatoires s'ajoutent les autocontrôles réalisés d'initiative par certains distributeurs pour contrôler et garantir la qualité de l'eau en tout point de leur réseau.

Ainsi, en 2005, les principaux distributeurs d'eau -responsables de 90 % des raccordements wallons- ont réalisé environ 37 000 contrôles, dont deux-tiers sont des contrôles d'initiative. C'est six fois plus que ce qu'impose la législation.

4.1.1.3 Mesures prises en cas de non-conformité

Lorsqu'une non-conformité de l'eau est détectée, sur un paramètre impératif ou sur un paramètre indicateur, le distributeur a le devoir d'en informer immédiatement la DGRNE et de déterminer la cause du problème rencontré⁽⁶⁾. L'Administration détermine alors le risque que présente cette non-conformité pour la santé.

Dans tous les cas, le distributeur d'eau doit rétablir la qualité de l'eau dont il est responsable, sauf à démontrer que la non-conformité est imputable à l'installation privée intérieure ou à son entretien. Si l'eau distribuée présente un risque pour la santé, le distributeur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour protéger la santé des personnes : correction du problème,

⁵ Voir Annexe XXXI du Code de l'eau.

⁶ Depuis octobre 2003, chaque distributeur doit disposer d'un plan interne d'urgence et d'intervention approuvé par la Région wallonne.

restriction d'utilisation, voir interruption pure et simple de l'alimentation. Dans ce cas, il doit en informer la DGRNE et les usagers, auxquels il doit prodiguer les conseils nécessaires.

4.1.2 Une qualité globale excellente

La qualité de l'eau distribuée est en général excellente. Selon le rapport de la Région wallonne à l'Union européenne pour les périodes 1999-2001 et 2002-2004 (DGRNE, 2005)⁽⁷⁾, les taux de conformité sont supérieurs à 97 % pour tous les paramètres⁽⁸⁾, et supérieurs à 99 % pour trois quarts d'entre eux.

Une légère baisse de la conformité microbiologique a été observée par rapport à la période 1996-1998 ; elle est attribuée à des facteurs climatiques (période humide 1999-2002) et à un changement dans la pratique des contrôles à partir de 1998, les tests microbiologiques se faisant depuis lors à l'extrémité des réseaux plutôt qu'au niveau des réservoirs de tête. Toutefois, les détections de bactéries indicatrices restent purement fortuites.

Concernant les nitrates, la dégradation antérieurement observée a été maîtrisée en recourant à des mélanges et des modifications d'approvisionnement, de sorte que les non-conformités résiduelles sont anecdotiques. La situation est analogue pour les pesticides : les non-conformités ont disparu grâce au traitement des eaux par du charbon actif.

A noter que le prochain rapport triennal 2005-2007 fournira des indications plus précises sur la qualité de l'eau au robinet des consommateurs (eau froide de la cuisine), étant donné que la législation en vigueur depuis 2004, contrairement à la précédente, impose ce point de prélèvement pour toutes les analyses.

4.1.3 La qualité de l'eau évolue du point de captage au robinet

La qualité de l'eau passe par différents stades du point de captage au point de consommation. La qualité des eaux brutes dépend d'un certain nombre de facteurs naturels et anthropiques. Ensuite, le traitement et l'acheminement jusqu'au robinet du consommateur peuvent modifier la qualité et la composition de l'eau distribuée.

4.1.3.1 Des eaux brutes de bonne qualité qui nécessitent certains traitements

L'eau brute, c'est-à-dire l'eau prélevée avant traitement, provient à raison d'environ 80 % des ressources en eau souterraine, et à raison d'environ 20 % des masses d'eau de surface.

Plus de 75 % des eaux brutes issues des ressources souterraines ne font l'objet d'aucun traitement autre que la désinfection et l'aération, ce qui indique la bonne qualité des eaux souterraines de la Région wallonne. En revanche, la qualité des eaux de surface, généralement plus éloignée des critères de potabilité que celle des eaux souterraines, nécessite des traitements plus complexes avant de pouvoir être distribuée.

⁷ Ce rapport porte sur 168 zones de distribution de taille européenne, desservant 83 % de la population de la Région wallonne.

⁸ Il s'agit des paramètres de la législation qui fut en vigueur jusqu'au 15/01/2004.

Du point de vue de la santé, les principaux facteurs qui nécessitent le traitement des eaux brutes sont les microorganismes pathogènes, les nitrates et les pesticides.

Elimination des microorganismes pathogènes

On trouve naturellement dans l'eau des microorganismes (bactéries, virus, protozoaires...), dont certains sont pathogènes pour l'homme. Dans les pays occidentaux, les problèmes liés à leur présence sont bien maîtrisés grâce aux contrôles de la qualité microbiologique de l'eau de distribution, et aux traitements de désinfection qui s'y sont systématisés dès le début du XX^{ème} siècle.

La qualité microbiologique de l'eau est évaluée en mesurant la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale (entérocoques, *E. Coli*, coliformes). Dans les eaux de surface, elles sont naturellement présentes en plus grand nombre que dans les eaux souterraines. Ainsi, seule la moitié des prélèvements d'eaux de surface présente avant traitement des teneurs en coliformes totaux correspondant à la meilleure classe de qualité SEQ Eau (maximum 50 unités par 100 ml), alors qu'ils sont plus de 98 % pour les eaux de puits forés (Figure 14).

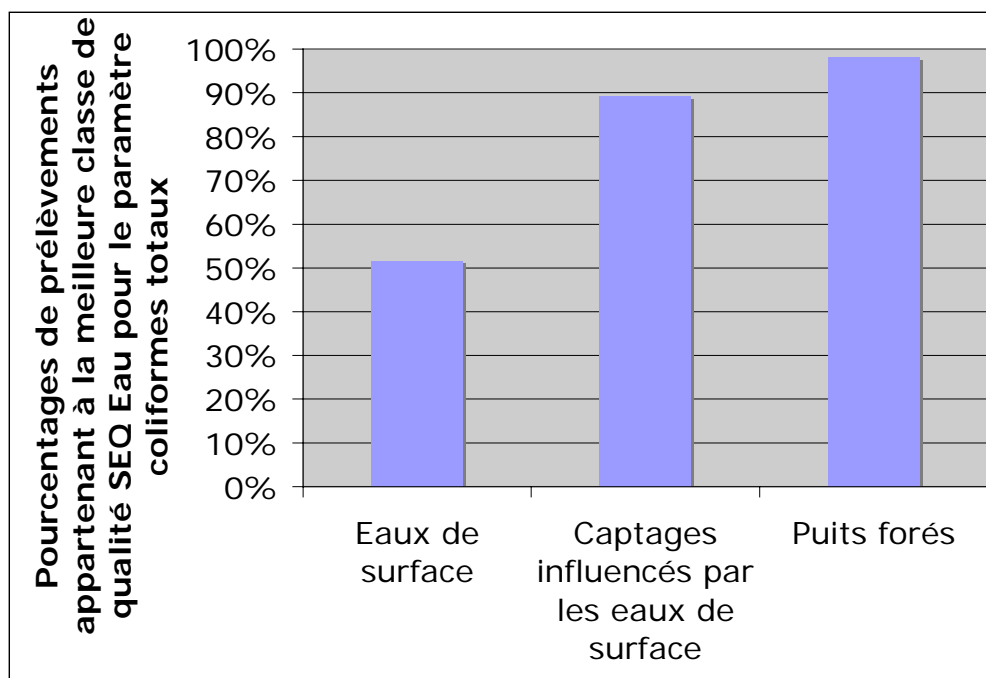


Figure 14: Conformité à la meilleure classe de qualité SEQ Eau pour le paramètre "coliformes totaux" en fonction de l'origine des eaux brutes

Source : DGRNE

La législation actuelle impose l'absence (0 unités/100 ml) de ces bactéries indicatrices dans l'eau de distribution, ce qui nécessite des traitements de désinfection.

Parmi ceux-ci, la chloration est un des premiers à avoir été utilisé à grande échelle, et reste aujourd'hui le procédé le plus couramment utilisé. Les produits chlorés sont efficaces, faciles à utiliser, et demeurent actifs jusqu'au robinet du consommateur. Il faut noter cependant que si la chloration permet de réduire fortement la croissance des microorganismes en suspension dans l'eau, elle ne les élimine pas totalement. Elle est très efficace contre la plupart des bactéries, et dans une moindre mesure contre les virus et les parasites. Elle est par contre très peu active vis-à-vis des bactéries fixées sur les parois des canalisations de distribution, qui ne posent pas problème tant qu'est maintenue une désinfection continue ⁽⁹⁾.

Par ailleurs, lorsque l'eau brute est riche en matière organique, la chloration est à l'origine de la formation de sous-produits de désinfection tels que les trihalométhanes (THM), dont les effets sur la santé sont encore mal caractérisés (voir ci-après). Pour éviter la formation des THM, certains pays ont opté pour une désinfection utilisant la monochloramine. Toutefois, on s'est récemment rendu compte que la monochloramine entraînait l'augmentation des concentrations en plomb dans l'eau potable distribuée via d'anciennes canalisations en plomb (Switzer *et al.*, 2006).

Parmi les autres procédés, l'ozonation est extrêmement efficace. Elle ne produit pas de THM, mais cette technique ne peut assurer la désinfection de l'ensemble du réseau de distribution en raison de la grande instabilité de l'ozone. De même, les lampes à UV se montrent efficaces et n'influent pas sur les qualités organoleptiques de l'eau; elles ne peuvent cependant prévenir une dégradation microbiologique qui surviendrait dans le réseau de distribution.

L'efficacité de la désinfection est démontrée par le taux de conformité très élevé des échantillons analysés pour les paramètres microbiologiques : il atteignait 98 % pour la période 2002-2004.

Limiter les teneurs en nitrates

Les nitrates sont naturellement présents dans les eaux souterraines à des concentrations généralement inférieures à 10 mg/l. Des teneurs plus élevées résultent essentiellement de pollutions ponctuelles (puits perdants, fuites dans le réseau d'égouttage...) ou diffuses liées à l'épandage d'engrais azotés et d'effluents d'élevage.

Les teneurs en nitrates ne peuvent légalement excéder 50 mg NO₃⁻/l dans les eaux destinées à la consommation humaine. Cette valeur est fondée sur les risques de méthémoglobinémie chez les nourrissons alimentés au biberon (syndrome du bébé bleu) ⁽¹⁰⁾. Les nitrates, réduits en nitrites dans l'estomac, conduisent à l'oxydation de l'hémoglobine et à sa transformation en méthémoglobine, provoquant une réduction des capacités de transport de l'oxygène par le sang.

Pour la période du 01/01/2001 au 25/04/2006, la norme de 50 mg/l était dépassée dans 8,4 % des prises d'eau brute échantillonnées en Wallonie. Par rapport aux données antérieures, on a

⁹ Le risque de développement de microorganismes résistant à la désinfection au chlore est cependant à craindre. Le recours à des produits de désinfection alternatifs et le traitement discontinu sont parfois avancés comme solutions.

¹⁰ La norme de 50 mg/l correspond à la concentration en nitrates dans l'eau susceptible de porter la dose à la moitié de celle sous laquelle aucun symptôme clinique de la méthémoglobinémie n'a jamais été mis en évidence, même dans les groupes à risque (nourrissons).

pu observer une tendance à l'augmentation de la pollution par les nitrates dans la majorité des aquifères wallons, avec cependant une grande diversité de situations sur le terrain.

A l'avenir, les efforts de prévention devraient permettre de réduire la contamination des eaux par les nitrates. La collecte et le traitement des eaux usées connaissent actuellement une évolution rapide, tandis qu'en ce qui concerne les pollutions d'origine agricole, des programmes d'actions visent une meilleure gestion des engrais azotés ainsi que l'amélioration de certaines pratiques, principalement dans des zones désignées comme vulnérables.

En attendant, les traitements effectués sur les eaux brutes pour réduire les concentrations en nitrates sont le plus souvent la dilution, c'est-à-dire le mélange d'eaux de provenances différentes permettant d'obtenir une eau dont la concentration en nitrate est inférieure à 50 mg/l. Lorsque la dilution ne peut se faire pour des raisons techniques ou économiques, des procédés membranaires (échange ionique, osmose inverse, électrodialyse...) doivent être mis en oeuvre.

Ces traitements sont très efficaces : le taux de conformité des échantillons analysés atteignait 99,8 % pour la période 2002-2004.

Limiter les teneurs en pesticides

La présence de pesticides dans les eaux brutes est directement liée aux activités humaines. Les pesticides atteignent les eaux de surface par ruissellement et les eaux souterraines par infiltration.

Les eaux destinées à la consommation humaine ne peuvent légalement contenir plus de 0,1 µg/l de chaque substance, et plus de 0,5 µg/l pour la somme de tous les produits. Ces normes issues de la réglementation européenne sont fondées sur la performance des méthodes d'analyse et des critères sanitaires. Elles sont généralement plus contraignantes que les recommandations de l'OMS en raison de facteurs de sécurité plus élevés appliqués aux données de toxicité; pour l'atrazine, par exemple, la norme européenne de 0,1 µg/l est 20 fois plus faible que la recommandation de l'OMS.

La toxicité chronique de nombreuses substances utilisées comme pesticides reste très peu connue, ce qui rend difficile l'établissement de normes sur base des risques sanitaires. Certaines d'entre elles sont suspectées de perturber le système endocrinien (voir point 5.1.2).

Les substances le plus souvent rencontrées dans les eaux brutes sont l'atrazine, le deséthylatrazine, le 2,6 dichlorobenzamide, le bentazone et le diuron, ainsi que dans une moindre mesure, l'isoproturon, la simazine, le chlortoluron, le deisopropylatrazine, le bromacile, le lénacile et le diméthénamide.

Globalement, la situation tend à s'améliorer, notamment pour l'atrazine, dont l'usage est restreint depuis 1991 et interdit depuis septembre 2005. Toutefois, certaines substances voient leur concentration augmenter, comme le bentazone ou le bromacile par exemple, substances néanmoins peu nocives pour la santé aux concentrations rencontrées.

Une meilleure sélection des substances ainsi que l'amélioration des conditions d'utilisation devraient conduire à une réduction de la pollution des eaux. En attendant, le traitement des

eaux brutes pour éliminer les pesticides est nécessaire sur certains captages; il se fait principalement par adsorption sur charbon actif. Lorsque les coûts de traitement sont trop élevés, certains captages sont abandonnés. L'abandon de captages pour cause de pollution par des pesticides reste cependant marginal : il a concerné 5 captages sur 45 captages mis hors service définitivement entre 2000 et 2005.

L'efficacité des traitements est démontrée par un taux de conformité des échantillons analysés de 100 % pour la période 2002-2004.

Une qualité connue pour un nombre limité de paramètres

La surveillance des eaux effectuée en référence aux valeurs réglementaires ne concerne qu'un nombre très limité de paramètres en regard des centaines de substances chimiques nouvelles qui sont libérées dans l'environnement chaque année, et dont la plupart finissent dans l'environnement aquatique. Les données relatives à la toxicité chronique, à très faibles doses, de la majorité de ces substances font défaut, de sorte que les concentrations qui seraient éventuellement mesurées ne pourraient de toute manière pas être interprétées en termes de risques pour la santé.

A mesure que les connaissances scientifiques avancent, de nouveaux paramètres sont susceptibles d'entrer dans la législation relative à l'eau potable. Les principaux débats actuels concernent les perturbateurs endocriniens (pesticides, résidus de produits pharmaceutiques notamment) et les produits de réaction du chlore et de la matière organique.

En ce qui concerne les perturbateurs endocriniens, le problème a été soulevé depuis le début des années 90. Cependant, aucune réglementation n'a, à ce jour, été mise sur pied. De tels paramètres ne sont pas analysés par les laboratoires en charge des analyses d'eau.

4.1.3.2 La qualité de l'eau peut évoluer au cours de la distribution

Au cours de son parcours entre les ouvrages de stockage (châteaux d'eau ou réservoirs) et les points de consommation, la qualité de l'eau est influencée par les matériaux qu'elle rencontre et par les interactions qui peuvent se produire entre les produits de désinfection et la matière organique présente naturellement dans l'eau. Elle peut encore être modifiée avant consommation par divers appareils installés par les usagers pour des raisons de confort : des adoucisseurs d'eau surtout, mais aussi des filtres, pompes à phosphates, lampes à UV...

Des conduites en plomb à remplacer

Parmi les matériaux susceptibles d'altérer la qualité de l'eau de distribution, les conduites en plomb sont les plus préoccupantes. Elles ont été placées abondamment jusque dans les années 60 au niveau des raccordements (publics) et des canalisations intérieures (privées). Elles libèrent du plomb, dont les effets sur la santé ont été présentés ailleurs (voir point 3.1.6).

La concentration maximale en plomb dans l'eau de distribution est actuellement fixée à 25 µg/l. Pour la période 2002-2004, 99,8 % des échantillons analysés respectaient cette norme.

Fin 2013 au plus tard, la teneur maximale en plomb de l'eau du robinet sera ramenée à 10 µg/l, valeur préconisée par l'OMS. Le respect de cette norme nécessitera que soient

remplacées les canalisations contenant du plomb⁽¹¹⁾, aux frais du particulier pour la part des canalisations situées à l'aval du compteur⁽¹²⁾. En ce qui concerne les raccords, les distributeurs ont mis en place un vaste programme de remplacement qui devrait aboutir avant 2013. Il n'existe cependant à l'heure actuelle aucune obligation de remplacer les canalisations intérieures en plomb, alors qu'elles constituent probablement une source de contamination plus importante que les raccords vu leur longueur, leur diamètre et leur sinuosité.

Trihalométhanes : des sous-produits indésirables de la désinfection par le chlore

On entend par trihalométhanes (THM) l'ensemble des composés suivants: le chloroforme, le bromodichlorométhane, le dibromochlorométhane et le bromoforme. Ces composés n'existent pas à l'état naturel. Ils se forment par réaction de la matière organique présente naturellement dans l'eau (acides humiques et fulviques, produits par exemple par la litière en décomposition, et présents dans les eaux de surface) avec les produits de désinfection de l'eau. Le chloroforme est le mieux connu et le plus répandu des THM dans l'eau de distribution désinfectée au chlore.

Quelques études expérimentales et épidémiologiques suggèrent un lien entre l'exposition au chloroforme et au bromodichlorométhane et le développement de certaines formes de cancers (cancers de la vessie par exemple). A ce stade, un lien formel de causalité n'a pu être établi chez l'homme. Le chloroforme et le bromodichlorométhane sont classés par l'IARC comme cancérigènes possibles pour l'homme (Groupe 2B). Des effets sur la reproduction sont également évoqués par certains travaux, sans que soit établie l'existence d'un risque pour l'homme. Toutefois, les concentrations rencontrées dans l'eau de distribution sont généralement très faibles et souvent inférieures aux seuils de détection. Les risques pour la santé sont considérés comme négligeables, comparés à ceux qui résulteraient de la consommation d'une eau qui n'aurait pas été désinfectée (voir ci-avant).

Les concentrations maximales en THM sont actuellement fixées à 150 µg/l. A partir de fin 2008, elles ne pourront excéder 100 µg/l. Cette valeur était respectée dans 99,3 % des échantillons analysés pour la période 2002-2004.

Veiller au réglage et à l'entretien des adoucisseurs d'eau

Une dureté élevée de l'eau distribuée est à l'origine de l'entartrage des appareils et équipements domestiques et d'une consommation accrue de savon et détergent. Cet inconfort pousse de plus en plus de consommateurs à recourir à des dispositifs de traitement de l'eau distribuée : adoucisseurs d'eau, pompes à phosphates, appareils anti-incrustants...

Les adoucisseurs d'eau permettent l'échange des ions magnésium et calcium présents dans l'eau -et responsables de la précipitation de calcaire- contre des ions sodium. Cet échange se fait au sein d'une résine échangeuse d'ions. Seule une partie de l'eau est ainsi adoucie, de manière à préserver une certaine quantité de calcium et de magnésium dans l'eau finalement consommée.

¹¹ La concentration en plomb dans l'eau de distribution dépend de plusieurs facteurs : pH, température de l'eau, et caractéristiques des conduites (âge, longueur, diamètre, sinuosité). Parmi ces facteurs, le pH joue un rôle majeur ; la solubilisation du plomb est d'autant plus faible que le pH est élevé. Cependant, même des pH compris entre 7 et 8 ne permettent pas de garantir des concentrations inférieures à la norme de 10 µg/l. Il faudra donc recourir partout au remplacement des conduites en plomb.

¹² A noter que dans le cadre de la prime à la réhabilitation, une aide financière peut être demandée à la Région pour l'amenée d'eau potable dans la cuisine.

Aucune étude n'indique un problème de santé lié aux adoucisseurs d'eau. Toutefois, mal entretenus, mal réglés ou mal placés, ces dispositifs sont susceptibles de présenter les problèmes suivants :

- un développement bactérien lié à la stagnation plus ou moins longue de l'eau dans la résine ;
- des teneurs en sodium excessives dans l'eau, posant problème pour les nourrissons et les personnes soumises à un régime hyposodique ;
- une diminution des apports de calcium et magnésium, problème limité dans la mesure où les apports journaliers en sels minéraux peuvent être satisfaits par l'alimentation ;
- le risque, si l'eau passe par un réseau de canalisations en plomb après adoucissement, qu'elle s'enrichisse en plomb en raison d'une composition plus favorable à sa solubilisation ;
- une détérioration possible de certaines canalisations si la dureté résiduelle est inférieure à 15 degrés français ⁽¹³⁾.

Pour limiter ces inconvénients, il est conseillé de réaliser un entretien complet de l'adoucisseur au moins une fois par an. Or il faut noter qu'environ 55 % des ménages qui disposent d'un adoucisseur d'eau ne connaissent pas le réglage de leur appareil, et environ 30 % des ménages l'entretiennent moins d'une fois par an (AQUAWAL, 2005).

Dans une étude sur 30 logements (AQUAWAL, 2005), l'eau du robinet d'eau froide de la cuisine était adoucie excessivement dans 22 cas sur 30, et ne répondait plus aux critères de qualité imposés par la législation.

Protection des ressources en eau au niveau individuel

Les gestes quotidiens des particuliers ont aussi des conséquences sur la qualité de l'eau. On veillera en particulier :

- à ne pas jeter n'importe quoi dans les éviers, les toilettes et les égouts ; les techniques actuelles d'épuration de l'eau éliminent imparfaitement de nombreuses substances chimiques ; or les eaux usées en aval des stations d'épuration sont rejetées dans les eaux de surface.
- à limiter l'utilisation de substances chimiques (biocides, solvants...) aux situations incontournables, en respectant scrupuleusement les modes d'application, dosages prescrits et consignes d'élimination des déchets. A ce propos, il est utile de savoir que lors des manipulations (rinçage, élimination des surplus), les produits répandus sur le sol contribuent à la charge en polluants retrouvés dans les eaux souterraines et de surface.

4.2 Eaux de baignade

Par Olivier Thunus (DGRNE)

Les sources de contamination des eaux de baignade sont essentiellement liées aux activités humaines et elles sont relativement multiples : rejets d'eaux usées domestiques et industrielles, déversoirs d'orage, accès du bétail aux cours d'eau...

Une part importante de la contamination des eaux de baignade est causée par des organismes

¹³ La dureté d'une eau s'exprime en degrés français (°F). Un degré français correspond à la dureté d'une solution contenant 10 mg/l de CaCO₃

fécaux d'origine humaine ou animale. Lorsqu'ils sont ingérés, ceux-ci provoquent principalement des troubles gastro-intestinaux (diarrhées, vomissements...). Il est donc important que les eaux de baignade respectent un ensemble de critères afin de préserver la santé des baigneurs.

C'est dans cette optique que la directive 76/160/CE relative à la qualité des eaux de baignade a défini des normes de qualité impératives, ainsi que des valeurs guides plus exigeantes. Ces normes concernent une série de paramètres microbiologiques (comme les coliformes totaux et fécaux) et physico-chimiques (présence d'huiles minérales, de substances tensioactives, de phénols...).

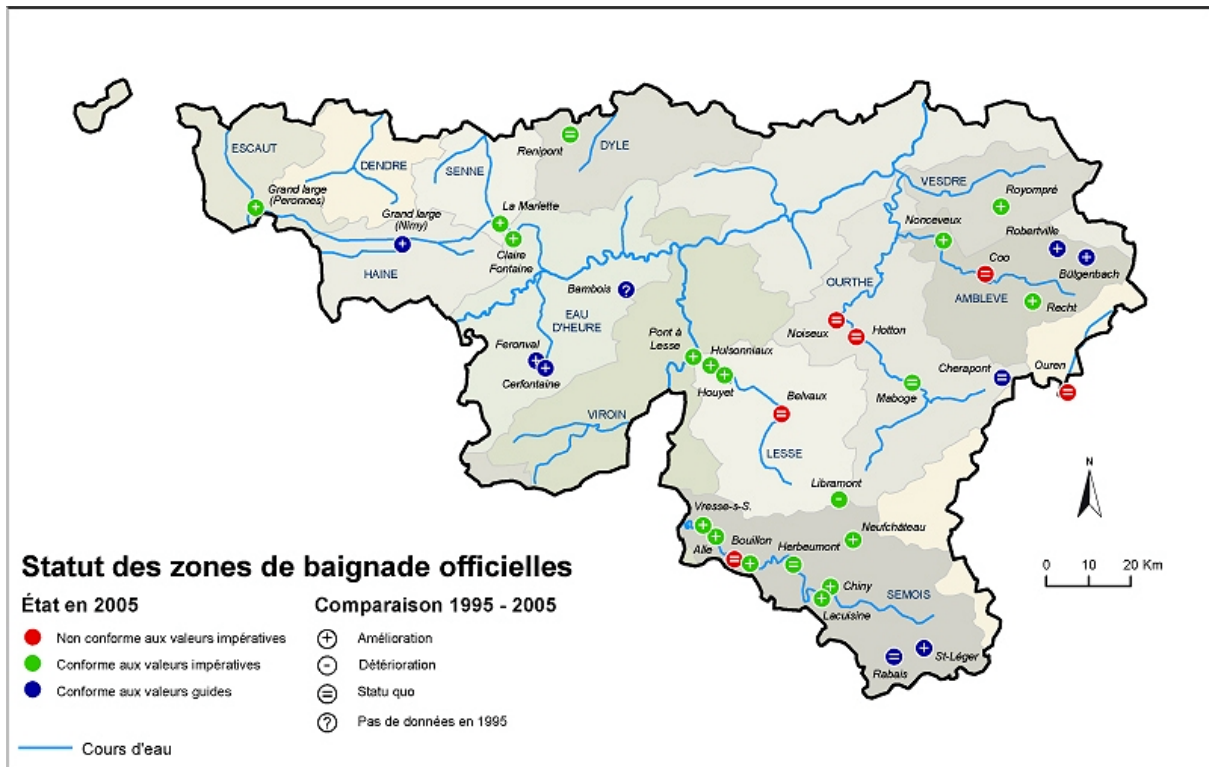
Un seul échantillon non conforme est toléré par station, parmi les 20 échantillons prélevés dans chacune des zones de baignade pendant la saison balnéaire. Si un deuxième échantillon ne respecte pas les normes, la zone est considérée comme impropre à la baignade et la Région wallonne invite les bourgmestres concernés à prendre les mesures d'interdiction qui s'imposent.

Les eaux de baignade	?
Selon la directive 76/160/CEE, les eaux de baignade correspondent à toutes les eaux ou parties de celles-ci, douces, courantes ou stagnantes, ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est expressément autorisée par les autorités compétentes, ou n'est pas interdite et est habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs. Ce nombre a été fixé par la législation wallonne à 50 baigneurs, les jours où les conditions météorologiques sont optimales pour la baignade.	

4.2.1 La qualité des eaux de baignade s'améliore

En 2005, la Région wallonne comptait officiellement 34 zones de baignade, soit un site de baignade pour environ 100 000 habitants. Le 26 juin 2006, le Gouvernement wallon a désigné une nouvelle zone de baignade : le lac de Falemprise à Cerfontaine, non considéré dans l'analyse qui suit⁽¹⁴⁾. Pendant la saison balnéaire 2005, 28 des 34 zones classées (82 %) respectaient les normes impératives imposées par la directive européenne (Carte 2). Cela représente 12 stations de plus qu'en 2000. Ces résultats sont légèrement moins bons que la moyenne européenne qui affichait en 2005, pour les zones de baignade en eau douce, un taux de conformité aux critères impératifs de 85,5 % (5720 stations conformes sur un total de 6684).

¹⁴ Une 36^{ème} zone de baignade a été désignée pour la saison balnéaire 2007; il s'agit du lac de la Plate Taille à Cerfontaine, qui respecte d'ores et déjà les normes impératives de conformité des eaux de baignade.



Carte 2 : Zones de baignade et leur état de conformité en 2005. Evolution par rapport à 1995.

(Conception : CEEW, Source : DGRNE)

En 2005, parmi les 28 stations wallonnes conformes, 9 respectaient également les valeurs guides les plus exigeantes. Il s'agit des lacs de Féronval, de Bambois, de Robertville, de Chérapont, de Cerfontaine, de Butgenbach, le Grand Large à Nimy et du centre sportif de Saint-Léger. Les 6 zones de baignade non conformes aux prescriptions européennes sont situées sur l'Our, l'Amblève, l'Ourthe, la Semois et la Lesse.

La mauvaise qualité de ces eaux de baignade s'explique par des problèmes de pollution chronique, mais également par des épisodes fortement pluvieux, qui peuvent avoir des conséquences importantes sur le niveau de contamination fécale des cours d'eau.

Globalement, la qualité des eaux de baignade s'est largement améliorée ces dix dernières années en Région wallonne, puisque la proportion d'échantillons conformes aux valeurs impératives européennes est passée de 61 % à 89 % entre 1994 et 2004 (Figure 15).

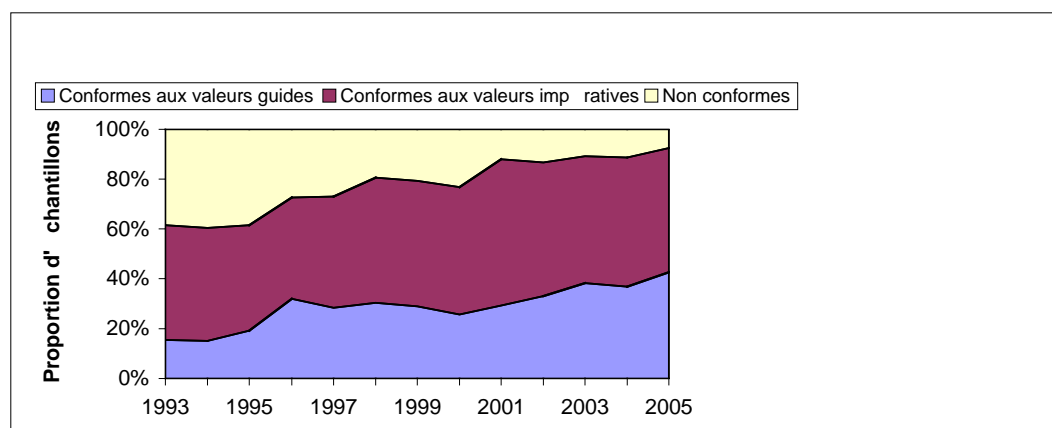


Figure 15: Conformité des échantillons prélevés dans les zones de baignade officielles en Région wallonne
(Source : DGRNE)

4.2.2 Des mesures sont prises pour accélérer la mise en conformité complète des zones de baignade officielles

La Région wallonne met actuellement en oeuvre un vaste programme d'amélioration et de maintien de la qualité de ses eaux de baignade. Ce programme vise notamment :

- à doter chaque site de baignade d'une zone de protection (zone amont) ;
- à épurer prioritairement les eaux usées des habitations dans les agglomérations situées en amont des zones de baignade ;
- à imposer, pour toutes les habitations et infrastructures touristiques situées dans cette zone amont, l'installation d'un système d'épuration ;
- à imposer la désinfection des eaux usées traitées (pour les systèmes d'épuration installés d'une capacité supérieure à 20 équivalents-habitants (EH)) ;
- à interdire l'accès du bétail aux cours d'eau dans les zones de protection (installation de clôtures et d'abreuvoirs).

Entre 2005 et 2009, un budget de 14,5 millions d'euros sera consacré exclusivement à l'assainissement des zones de baignade non conformes (collecte et épuration des eaux usées, égouttage, pose de clôtures...). Le Gouvernement wallon propose également d'aider les gestionnaires de campings à mettre en place un système de traitement et de désinfection des eaux usées dans leurs installations. Environ 80 % des campings situés en zone de protection ont eu ainsi la possibilité de traiter leurs eaux usées de manière appropriée pendant la saison balnéaire 2005.

La nouvelle directive "eaux de baignade"

La directive 76/160 étant devenue obsolète, une nouvelle directive a été adoptée en 2006 (directive 2006/7). Celle-ci apporte diverses nouveautés telles que la constitution des profils de baignade, la participation du public ou la prise en compte de "pollution à court terme" dans le calcul de la conformité d'une zone. La conformité ne sera plus évaluée sur base des coliformes fécaux et totaux mais sur base de *E. coli* et des entérocoques intestinaux. Cette nouvelle directive doit être transposée en droit wallon pour le 24 mars 2008.

4.3 Eaux de puits et de pluie

L'utilisation de puits privés et d'eau de pluie par des particuliers est de plus en plus fréquente. Cette pratique présente des risques sanitaires lorsque l'eau prélevée est utilisée à des fins alimentaires ou pour l'hygiène corporelle sans évaluation de sa qualité et sans traitement approprié.

On notera que la législation européenne n'impose aucun contrôle des eaux destinées à la consommation humaine provenant d'une source individuelle fournissant moins de 10 m³ par jour en moyenne ou approvisionnant moins de 50 personnes, sauf si elles sont fournies dans le cadre d'une activité commerciale, touristique ou publique. Il n'y a donc aucune obligation de contrôle de la qualité des eaux de puits particuliers par les autorités. Néanmoins, dans le cadre de la procédure d'octroi des Permis d'environnement, la Région wallonne demande une analyse de l'eau des puits particuliers nouvellement installés.

5 Qualité de l'alimentation et santé

La qualité de l'alimentation peut faire référence à l'équilibre du régime alimentaire, c'est-à-dire l'adéquation entre les besoins de l'organisme et les apports nutritionnels, mais également à la sécurité alimentaire, c'est-à-dire à la présence dans les aliments de substances préoccupantes pour la santé. Ces deux aspects font l'objet d'une attention particulière des autorités fédérales compétentes en matière de santé publique.

Les aspects liés aux régimes alimentaires sortent du cadre de ce rapport, non que leurs effets sur la santé soient mineurs -au contraire!-, mais parce que ces aspects relèvent davantage de choix de consommation individuels. A ce sujet, un *Plan National Nutrition Santé* a été élaboré en 2006 à l'initiative du Ministre fédéral des Affaires Sociales et de la Santé Publique. Une des premières actions de ce plan a été l'élaboration et la diffusion de plusieurs guides "Nutrition". Ceux-ci sont disponibles chez les médecins, pharmaciens, auprès des mutualités et sur le site www.monplannutrition.be.

Par contre, les aspects liés à la sécurité alimentaire entrent bien dans le champ de la santé environnementale. Dans notre pays, c'est l'*Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire* (AFSCA) qui est compétente en cette matière depuis 2000. Elle assure notamment le contrôle, l'analyse et l'expertise des denrées alimentaires et de leurs matières premières à tous les stades de la chaîne alimentaire: production, transformation, stockage, transport, commerce, importation et exportation. Elle remplit également des missions d'expertise scientifique et de communication en matière de sécurité alimentaire. On trouvera les détails de ses activités sur le site www.afsca.be, ainsi que dans ses rapports d'activités annuels.

Il n'est pas possible de faire ici la synthèse des contrôles effectués dans notre pays par l'AFSCA sur les productions animales et végétales et produits transformés, y compris leurs emballages. Les publications de l'AFSCA sont une excellente source d'informations à ce sujet. Néanmoins, l'alimentation étant une voie d'exposition majeure pour certains polluants présents dans l'environnement, il en est donné ici un bref aperçu. Celui-ci est suivi d'éléments concernant la surveillance radiologique des aliments en Belgique.

5.1 Substances chimiques préoccupantes pour la santé

Des substances indésirables peuvent entrer dans notre alimentation:

- en tant que résidus d'un traitement effectué pendant la culture (résidus de produits phytosanitaires) ou l'élevage (résidus de médicaments vétérinaires);
- par contamination externe de substances indésirables qui aboutissent dans la plante ou l'animal via la terre, l'air, l'eau ou via le recyclage des déchets;
- suite à l'ajout d'additifs (conservateurs, colorants etc.);
- via des processus biologiques qui mènent à l'accumulation en excès de substances présentes naturellement dans la plante (par ex. nitrate), ou à la formation de toxines (par ex. mycotoxines).

Pour certains polluants, l'alimentation est même la voie d'exposition principale. C'est en général le cas de certains métaux lourds, des pesticides, des PCB et des dioxines.

5.1.1 Métaux lourds

Les métaux lourds se retrouvent dans les produits végétaux par absorption racinaire à partir d'un sol qui en contient naturellement ou qui a été enrichi par des pratiques culturales (épandage de boues etc.) ou suite à des phénomènes de pollution (cf. point 6). Ils peuvent également se retrouver à la surface de ces produits suite aux dépôts de poussières contaminées. Trois d'entre eux sont plus particulièrement suivis dans l'alimentation: le cadmium, le plomb et le mercure. Les risques d'ingestion concernent surtout les produits cultivés par le particulier sur un sol qui, à son insu, contient des teneurs élevées en métaux lourds.

Le projet européen PHIME

Le projet de recherche européen PHIME (*Public health aspects of long-term, low-level mixed element exposure in susceptible population strata*), lancé en 2005, vise à étudier les effets sur la santé d'une exposition de longue durée à de faibles concentrations de métaux toxiques (mercure, cadmium, plomb, arsenic, manganèse, platine, palladium, rhodium et uranium).

Il se concentre sur:

- des problèmes graves de santé publique (perturbations dans le développement du cerveau fœtal, maladie de Parkinson, maladies coronaires, accidents cérébrovasculaires, ostéoporose, diabète et urémie); le but est d'identifier la proportion de ces maladies qui peut être attribuée à l'exposition à des éléments toxiques, et qui pourrait donc être évitée;
- des cibles d'exposition à haut risque (le fœtus, les enfants et les femmes);
- les voies d'exposition: alimentation, eau et air.

Ce programme doit permettre également de mieux comprendre les mécanismes de transfert des métaux du sol à la plante. Ceci facilitera l'évaluation des plantes qui accumulent préférentiellement les oligoéléments (sélénium, zinc, cuivre, etc.) et le moins possible de métaux toxiques. L'absorption des métaux toxiques par les plantes à partir d'un sol contaminé par les émissions industrielles sera également déterminée.

Le projet rassemble 31 groupes de recherche, dont une équipe wallonne (Unité de toxicologie industrielle et de Médecine du Travail de l'UCL).

5.1.1.1 Cadmium

Malgré un déclin des utilisations intentionnelles du cadmium grâce au recours à des produits de substitution, les apports de cadmium dans l'environnement perdurent en raison de contaminations diffuses (pollutions historiques, rejets de diverses activités industrielles, épandage d'engrais phosphatés et de boues d'épuration...), et de la difficulté de supprimer le cadmium dans certaines applications particulières (certains pigments, traitements de surface des métaux dans les secteurs aéronautiques, militaires...).

Le cadmium est assez mobile dans les sols, mais a néanmoins tendance à s'accumuler dans les couches de surface. Les taux d'absorption du cadmium par les plantes sont très variables et dépendent de l'espèce de la plante, de la concentration en cadmium dans le sol et des propriétés du sol, en particulier son pH. Les légumes à feuilles (laitue, épinard) accumulent particulièrement le cadmium. Les retombées de poussières sont également susceptibles de contaminer les végétaux. Le cadmium peut donc entrer facilement dans la chaîne alimentaire, qui constitue la principale voie d'exposition hors exposition professionnelle. Les fruits, les légumes, les poissons et les fruits de mer, les foies et reins de gibier sont les denrées les plus concernées.

Le cadmium entraîne des dysfonctionnements rénaux et des atteintes osseuses. De nombreuses études ont également démontré un lien entre l'exposition -essentiellement professionnelle- par inhalation ou ingestion, et l'apparition de cancers pulmonaires et prostatiques. Il est classé par l'IARC comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1).

Les contrôles effectués par l'AFSCA en 2004 sur les fruits et légumes ont indiqué un seul dépassement des normes admises sur un total de 84 échantillons. Les contrôles sur des produits transformés d'origine végétale, le lait, le pain et les pâtes, le poisson et les fruits de mer ont montré un dépassement des normes dans un échantillon sur 141 : il s'agissait de concentrations 15 fois supérieures à la valeur tolérée dans un lot de coquilles Saint-Jacques importées.

Cadmibel: une vaste étude épidémiologique belge sur les effets d'une charge corporelle croissante en cadmium

Cadmibel (Lauwerys *et al.*, 1991) est l'une des plus importantes études en Europe sur le sujet. Elle a été effectuée en Belgique à la fin des années '80 et a porté sur l'analyse de biomarqueurs (sang/urine) chez 1800 personnes dont 600 ont été réexaminées 5 ans plus tard.

Cette étude a montré que la charge corporelle croissante en cadmium liée aux émissions industrielles passées était associée à des effets rénaux réversibles et à des effets sur les os, mais n'avait pas d'impact sur le risque de maladie cardio-vasculaire. Elle suggère que les os pourraient être une cible plus sensible que les reins, hypothèse tantôt confirmée, tantôt infirmée par d'autres études.

5.1.1.2 Plomb

En plus des sources évoquées ailleurs (cf. points 3.1.6, 4.1.3.2, 6), les émissions diffuses des industries des métaux non-ferreux, les batteries électriques, les soudures, les alliages, les munitions et les colorants sont d'autres sources de plomb dans l'environnement. Le plomb a par ailleurs été largement diffusé via l'essence au plomb jusqu'en 1999.

Le plomb est très peu mobile dans les sols. Son transfert vers les plantes est limité. Dans la plante, il est rapidement immobilisé au niveau des racines et atteint difficilement les parties aériennes. Néanmoins, les dépôts atmosphériques de poussières contenant du plomb sur les végétaux ingérés par le bétail est une voie de contamination de la chaîne alimentaire.

Les effets du plomb ont été abordés précédemment (voir point 3.1.6). Le plomb fait également l'objet de contrôles par l'AFSCA dans les fruits et légumes. En 2004, aucun échantillon parmi les 84 prélevés n'a révélé de concentration anormale.

5.1.1.3 Mercure

L'importante volatilité du mercure fait que sa source principale dans l'environnement reste le dégazage de l'écorce terrestre. Les rejets anthropiques sont principalement dus à l'exploitation des minerais, aux combustibles fossiles, aux rejets industriels et à l'incinération de déchets.

Le mercure est rapidement immobilisé dans les sols. Son transfert vers les plantes dépend de la forme (organique ou inorganique) sous laquelle il se trouve, mais il reste globalement faible. Son apport dans l'alimentation provient essentiellement du poisson et des produits de la pêche, dans lesquels il se trouve à 90 % sous forme de méthylmercure. La présence de

méthylmercure peut altérer le développement cérébral des nourrissons et, à des teneurs plus élevées, provoquer des transformations neurologiques chez l'adulte.

Les contrôles effectués par l'AFSCA en 2004 dans le lait, les produits laitiers, les suppléments alimentaires et les aliments pour bébés n'ont montré aucun dépassement des normes admises. En ce qui concerne les produits de la mer, un dépassement a été observé dans un échantillon de cabillaud.

5.1.2 Résidus de produits phytosanitaires

Les productions végétales sont traitées par des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides, rodenticides, répulsifs etc.) au champ ou après la récolte, pour accroître leur conservation ou limiter leur germination par exemple. Dès lors, les produits végétaux présentés comme aliment au consommateur peuvent contenir des résidus de produits phytosanitaires. C'est également le cas pour les produits d'origine animale (lait, viandes, œufs ...) contenant des résidus issus du traitement des aliments fourragers.

Les résidus de produits phytosanitaires dans les aliments sont strictement réglementés et contrôlés (cf. www.phytoweb.fgov.be). Des *Limites Maximales en Résidus* (LMR) sont fixées pour tous les produits autorisés en Belgique en vue de protéger les productions alimentaires (fruits, légumes, céréales, oléagineux, produits d'origine animale...), ainsi que pour les produits autorisés dans d'autres pays pour protéger d'autres denrées. Ces limites poursuivent un double but : protéger la santé du consommateur et contrôler le respect des pratiques agricoles autorisées (dose, délai extrême d'utilisation avant récolte...).

Sur le plan toxicologique, il est vérifié que les résidus n'entraînent pas de risque pour la santé du consommateur, tant à court terme qu'à long terme. Cependant, pour plusieurs spécialistes, les tests effectués ne suffisent pas à démontrer leur innocuité. Ainsi par exemple, des tests destinés à mettre en évidence des effets immunotoxiques ne sont toujours pas obligatoires pour l'agrément des produits phytosanitaires. Il en est de même pour les troubles du système endocrinien. Or de nombreuses données suggèrent que de tels effets doivent être suspectés dans le cas des produits phytosanitaires.

A l'heure actuelle, l'association entre pesticides et cancer n'a pu être clairement établie que pour les pesticides à base d'arsenic, responsables de l'apparition de néoplasmes pulmonaires; ces produits sont classés par l'IARC comme cancérogènes certains pour l'homme (Groupe 1).

Si des contrôles sont effectués sur les denrées, il faut malheureusement noter que peu de données sont disponibles au sujet des niveaux d'absorption de pesticides via l'alimentation dans les pays européens. Or 11 pesticides sont actuellement classés comme *polluants organiques persistants* (POPs) par la Convention de Stockholm et le protocole d'Aarhus et sont susceptibles de bioaccumulation.

En 2004, les contrôles effectués par l'AFSCA ont surtout porté sur les pesticides organo-halogénés (DDT, lindane, hexachlorobenzène, dieldrin, chlorméquat); ils n'ont montré aucun dépassement des LMR.

A noter qu'un programme de réduction des pesticides à usage agricole et des biocides a été

élaboré au niveau fédéral ⁽¹⁵⁾. Il a pour objectif de réduire d'ici 2010 l'impact négatif des produits phytosanitaires utilisés dans le secteur agricole de 25 %, et l'impact négatif des biocides utilisés en dehors de ce secteur de 50 % (année de référence 2001). En Région wallonne, certaines mesures agri-environnementales visent également la réduction des intrants.

5.1.3 Dioxines et PCB

Les dioxines et polychlorobiphényles (PCB) sont des composés toxiques faisant partie de la famille des *polluants organiques persistants* (POPs): leur grande stabilité chimique et leur caractère lipophile les rendent difficilement biodégradables et entraînent leur accumulation le long des chaînes alimentaires dans les tissus graisseux des organismes vivants. Cette contamination des chaînes alimentaires est la voie d'exposition majeure pour l'homme.

L'incinération sauvage : interdite et dangereuse

L'incinération individuelle de déchets ménagers, que ce soit dans le jardin, dans un incinérateur acheté dans le commerce, un poêle ou un feu ouvert, est interdite en Région wallonne (décret du 26/06/1996). La pratique est pourtant fréquente, en particulier dans les communes où il est fait usage de conteneurs à puces ou de sacs payants.

La combustion incomplète et à trop faible température entraîne la libération de nombreux polluants toxiques, sous forme gazeuse (CO, NO₂, SO₂, HCl...) ou particulaire (métaux, suies, HAP, dioxines et furanes...), dont les retombées très locales peuvent entraîner des pollutions non négligeables du sol. Respirer ces substances ou les ingérer en mangeant les œufs, fruits et légumes du jardin ont des effets néfastes sur la santé.

Le problème est loin d'être marginal : pour une même masse de déchets, les rejets de dioxines et furanes seraient de 100 à plus de 10 000 fois plus élevés pour un incinérateur de jardin que pour une usine d'incinération de déchets ménagers (Lemieux, 1997).

Les autorités communales et la police locale sont compétentes pour faire respecter l'interdiction.

A noter que les déchets de végétaux peuvent être brûlés dans le jardin sous certaines conditions, à plus de 100 m de toute habitation notamment.

5.1.3.1 Dioxines

Les dioxines sont des hydrocarbures aromatiques chlorés, libérés dans l'environnement par des activités humaines (jamais par synthèse volontaire, mais via des processus thermiques ou chimiques impliquant des organochlorés) et -dans une faible mesure chez nous- des phénomènes naturels (volcans, incendies de forêts, orages).

Ils forment une famille de 75 congénères de dibenzo-p-dioxines (PCDD) et 135 congénères de dibenzofuranes (PCDF), qui diffèrent par le nombre (1 à 8) et la position des atomes de chlore. Parmi ces 210 composés, 17 présentent une toxicité avérée. Le plus toxique d'entre eux est la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD) ou "dioxine de Seveso", par rapport à laquelle sont évalués les potentiels toxiques de tous les autres composés, en termes d'équivalents toxiques (TEQ); ceci facilite l'évaluation de la toxicité des mélanges et l'estimation des charges corporelles (cf. point 2.1.4).

¹⁵ Arrêté Royal du 22/02/2005

Les dioxines ont des propriétés immunosuppressives, neurotoxiques, hépatotoxiques, cancérigènes (la TCDD est classée par l'IARC comme cancérigène certain pour l'homme - Groupe 1-, les autres comme non classables -Groupe 3-) et peuvent entraîner des troubles endocriniens et du système reproducteur (retard de développement pubertaire, baisse de fertilité etc.). Les risques augmentent avec l'accumulation de dioxines dans l'organisme; il existerait une charge corporelle critique sous laquelle il n'y aurait pas de risque de toxicité.

Depuis la fin des années '80, la charge corporelle en dioxines de la population générale des pays industrialisés a diminué en moyenne d'environ 50 % grâce aux efforts consentis pour réduire les émissions. Sur le plan réglementaire, outre les contrôles des émissions, les concentrations sont surveillées dans les aliments; des normes européennes fixent les teneurs maximales en dioxines dans les graisses de divers aliments (en pg TEQ/g de graisse): œufs, lait, viande, poisson. Malheureusement, certains produits locaux consommés sur place échappent à tout contrôle et restent une voie de surexposition à proximité d'une source d'émission, comme cela a été démontré dans le cas de l'incinérateur de Thumaide. A côté de cela, le tabac et les habitudes alimentaires (consommation de produits de la mer notamment) influencent également les niveaux accumulés dans l'organisme.

En ce qui concerne les contrôles effectués en 2004 par l'AFSCA dans les denrées alimentaires (œufs, huiles végétales, beurre et fromage, huile de poisson, poisson), aucun dépassement des normes admises n'a été observé.

L'exposition aux dioxines autour des incinérateurs wallons

Des évaluations de charges corporelles en dioxines ont été effectuées récemment chez les riverains des incinérateurs de Thumaide et Pont-de-Loup, ainsi qu'à proximité des installations sidérurgiques de Cockerill Sambre à Liège et Charleroi (Fierens *et al.*, 2005b). Les concentrations en dioxines et PCB coplanaires ont été mesurées dans le sang de 142 volontaires et de 63 personnes témoins vivant loin de sources de pollution. Les données relatives aux habitudes alimentaires (consommation d'alcool, de poisson, de graisses animales), à la consommation de tabac, au lieu de résidence et à l'état de santé ont été recueillies sur base d'un questionnaire.

Les résultats ont montré que les concentration sériques en dioxines et PCB coplanaires chez les riverains de l'incinérateur de Pont-de-Loup, situé en milieu industriel, et des installations sidérurgiques étaient comparables à celles du groupe témoin. Par contre, les concentration étaient significativement plus élevées (+45 % en dioxines, +38 % en PCB coplanaires) chez les riverains de l'incinérateur de Thumaide, situé en milieu rural.

Ces différences ont pu être mises en relation avec la consommation d'aliments d'origine animale produits localement (lait, beurre, viande, œufs et volaille): les riverains de Thumaide en consomment plus que ceux de Pont-de-Loup, et s'exposent dès lors davantage à un risque de surcharge corporelle en dioxines et PCB coplanaires. Cette charge corporelle est au maximum doublée chez les individus les plus exposés par rapport aux personnes témoins. Les auteurs de l'étude notent que malgré ce doublement, les charges corporelles atteintes restent bien inférieures à celles des gros consommateurs de poissons ou de certains fumeurs et n'ont rien à voir avec celles des victimes de l'accident de Seveso qui étaient en moyenne 100 fois supérieures; il est peu probable qu'elles compromettent la santé de ces riverains.

Cette étude a également permis de conclure que les normes actuellement imposées aux incinérateurs (0,1 ng TEQ/Nm³) laissent une marge de sécurité acceptable.

Par ailleurs, on observe à Thumaide une diminution des concentrations en dioxines dans le sang au cours du temps: cette diminution atteint 28 % pour la période 2000-2005. Cette baisse s'effectue à un rythme tout à fait comparable à ce qui est observé ailleurs en Région wallonne et dans l'ensemble des pays industrialisés.

5.1.3.2 PCB

Les PCB sont des hydrocarbures aromatiques contenant 1 à 10 atomes de chlore. On en dénombre 209 congénères, dont 12 ont une toxicité proche de celle de la dioxine (2,3,7,8,-TCDD) et sont regroupés sous le nom de "PCB coplanaires" ou *dioxin-like*.

Les PCB sont fabriqués par l'homme et ont servi pendant des décennies de liquides de refroidissement dans les transformateurs électriques. Ils ont également été utilisés dans des matériaux de construction, comme lubrifiant, plastifiant, adhésif etc. Leur nom commercial est variable selon leur origine (Askarel, Pyroclor, Pyralène etc.). Leur fabrication est interdite depuis 1986 mais on en trouve encore dans de vieilles installations électriques par exemple. Outre ces sources héritées du passé, certains PCB sont générés lors de processus d'incinération, en particulier de déchets ménagers. Par chauffage, ce sont des précurseurs de certaines dioxines.

Les PCB et leurs métabolites sont des disrupteurs endocriniens: nombre d'entre eux montrent une activité œstrogénique susceptible de perturber le système reproducteur et d'entraîner en particulier une baisse de fertilité masculine. Ainsi, des données de *biomonitoring* recueillies en Flandre dans le cadre d'un projet pilote semblent attester d'effets des PCB sur le développement pubertaire des garçons, mais demandent à être confirmées par une étude à plus grande échelle actuellement en cours (cf. point 2.1.4). D'autre part, les PCB passent la barrière placentaire et contaminent le lait maternel, risquant d'affecter le neurodéveloppement du fœtus et du jeune enfant. Ils sont classés par l'IARC comme probablement carcinogènes pour l'homme (Groupe 2A). Enfin, certaines données, belges notamment, suggèrent une association entre la charge corporelle en PCB et le diabète (Fierens *et al.*, 2003).

Les analyses effectuées par l'AFSCA en 2004 sur diverses denrées alimentaires (huile végétale, œufs, lait, fromage, beurre, poisson et huile de poisson) ont montré un dépassement des valeurs admises dans un lot d'œufs qui a été saisi et détruit. Une contamination du sol a pu être mise en évidence chez le producteur, qui a procédé à l'assainissement.

5.1.4 Nitrosamines

Les nitrosamines sont des substances chimiques cancérigènes formées dans l'estomac lorsque des nitrites s'y combinent à certains acides aminés provenant des aliments protéinés.

Ces nitrites peuvent provenir d'aliments (bière, poisson et produits dérivés, certains fromages et charcuteries) où ils sont introduits comme agent conservateur, en très faibles quantités et de façon strictement réglementée. Ils peuvent aussi provenir de la réduction de nitrates présents parfois en excès dans certains produits végétaux (laitue, épinard, radis...) lorsque les conditions de culture, de récolte, et la durée de stockage avant consommation ont permis leur accumulation. Les teneurs en nitrates dans les légumes feuillus doivent respecter les réglementations belge et européenne et font l'objet de contrôles de l'AFSCA. En 2004, 7,7 % des échantillons prélevés n'étaient pas conformes et ont donné lieu à des avertissements ou des procès-verbaux. La question du risque d'un apport de nitrates par l'eau ne se pose que dans les cas d'utilisation alimentaire d'eau de puits non contrôlés.

La carcinogénicité des nitrosamines est prouvée chez l'animal mais pas chez l'homme; elles sont classées par l'IARC comme cancérigènes probables (Groupe 2A) ou possibles (Groupe 2B) pour l'homme.

5.1.5 Mycotoxines

De nombreux produits agricoles sont sujets aux attaques d'un groupe de champignons qui produit des métabolites toxiques appelés mycotoxines.

Parmi elles, les aflatoxines sont particulièrement étudiées à cause de leurs effets nocifs sur la santé des êtres humains, de la volaille et du bétail. Dans certaines conditions de température et d'humidité, deux espèces du champignon *Aspergillus flavus* (prédominante en Asie et en Afrique) et *Aspergillus parasiticus* (principalement présente en Amérique) produisent des aflatoxines sur divers produits alimentaires (céréales, fruits secs, épices...) pouvant être importés dans notre pays. On en retrouve également dans le lait des animaux qui ont consommé des aliments contaminés (tourteaux d'arachide p. ex.).

D'autres mycotoxines (comme l'ochratoxine A et DON ou déoxynivalénol) se forment quant à elles dans nos contrées. Actuellement, les céréales font spécialement l'objet de recherches et d'une réglementation.

Les aflatoxines peuvent induire divers cancers chez l'homme, en particulier celui du foie; elles sont classées par l'IARC comme cancérogènes certains pour l'homme (Groupe 1). Elles sont également responsables d'immunodépression, de troubles de la croissance chez l'enfant, d'effets synergiques avec les virus de l'hépatite B et C aggravant le risque de contracter ces maladies.

La présence d'aflatoxine fait l'objet de contrôles réguliers par l'AFSCA, en particulier dans le lait, les produits laitiers, les fruits secs (arachides, pistaches, noix de coco, noisettes, amandes...) et épices (noix de muscade, pili-pili...). Pour les produits laitiers, aucun dépassement des normes admises n'a été observé en 2004 ; par contre, divers lots de fruits secs ont dû être détruits ou renvoyés dans leur pays d'origine cette même année.

5.2 OGM : quels impacts potentiels sur la santé?

Bien que les données scientifiques ne permettent pas d'apporter la preuve de leur innocuité - faute d'études réalisées chez l'homme -, il faut noter qu'à ce jour, aucun cas d'effet néfaste des OGM ou produits dérivés sur l'humain n'a été rapporté. Bien qu'il n'y ait pas de consensus sur la question, une bonne partie de la communauté scientifique estime que les risques que représentent les OGM pour la santé sont minimes, *a fortiori* compte tenu des législations mises en place pour tester les OGM avant leur mise sur le marché.

Toutefois, un certain nombre de risques hypothétiques sont avancés, notamment :

- l'allergénicité et la toxicité ; on ne peut exclure que des protéines, produites par le gène transféré ou par l'OGM en réaction à la transgénèse, manifestent une certaine toxicité ou entraînent des réactions allergiques ;
- le transfert des gènes aux cellules de l'organisme ; ce transfert, très peu probable en raison des processus mécaniques et enzymatiques qui accompagnent la digestion, ne peut être exclu par exemple dans le cas de protéines que l'on aurait voulu résistantes à l'attaque de certaines enzymes ;
- l'échange de gènes avec l'environnement ; on peut craindre un transfert, vers des cultures destinées à l'alimentation humaine, de gènes d'OGM non autorisés à cette fin (usages non alimentaires, alimentation animale...) et dont les effets sur l'homme n'auraient pas été testés.

A l'heure actuelle en Europe, l'exposition aux OGM via l'alimentation reste limitée puisque seuls le maïs doux et les produits alimentaires dérivés du maïs, du soja, du colza et du coton sont issus d'OGM ou en contiennent. Le consommateur est libre d'en consommer ou non puisque la législation européenne impose que tous les produits alimentaires contenant plus de 0,9 % d'OGM ou de produits dérivés d'OGM le mentionnent dans l'étiquetage.

A côté des effets potentiels sur la santé, c'est l'impact environnemental des OGM qui suscite des inquiétudes, en particulier en agriculture.

5.3 Surveillance radiologique des denrées alimentaires

Le contrôle radiologique des denrées alimentaires est assuré par l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN) (cf. point 7.2.1.4), en collaboration avec l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA).

Les contrôles portent sur l'eau de distribution, le lait, les denrées alimentaires vendues dans les circuits de grande distribution et sur les marchés, ainsi que sur des repas témoins servis par les restaurants d'entreprise, comme le prévoit la réglementation européenne.

Des échantillons sont collectés mensuellement et analysés:

- pour leur radioactivité naturelle: teneur en ^{40}K (potassium-40), très mobile et présent dans tous les compartiments de l'environnement;
- pour leur radioactivité artificielle: teneurs en ^{134}Cs , ^{137}Cs (césium-134 et césium-137), ^{90}Sr (strontium-90), analysés en raison des risques qu'ils présentent pour la santé et de leur longue demi-vie, et teneur en ^{131}I (iode-131), analysé en raison de sa rapidité de fixation par la thyroïde (transfert rapide par le lait) et des risques de cancer de la thyroïde que cela peut induire. La présence éventuelle de ces radioéléments dans l'environnement est essentiellement liée aux essais nucléaires atmosphériques des années soixante et aux accidents nucléaires tels que celui de Tchernobyl survenu en 1986.

En 2004, 392 échantillons ont été prélevés et analysés par l'AFCN et l'AFSCA. En dehors de quelques échantillons de poisson, de viande et un échantillon de champignons sauvages présentant des teneurs en radiocésium très faibles mais mesurables -restant néanmoins proches des limites de détection-, toutes les analyses ont révélé des teneurs inférieures aux limites de détection, permettant de conclure en l'absence de toute radioactivité artificielle significative dans les denrées analysées. Les rapports de l'AFCN peuvent être consultés pour le détail des analyses (www.fanc.fgov.be).

A noter que la stérilisation par irradiation, effectuée sur certains aliments pour augmenter leur durée de conservation, éviter leur germination ou réduire la contamination microbienne, ne rend pas les aliments radioactifs. Elle peut cependant en modifier certaines propriétés (teneur en vitamines, qualité gustative, ...) et entraîner la formation de certaines molécules dont la toxicité est discutée (cyclobutanones dans les aliments contenant des graisses).

6 Qualité du sol et santé

Des phénomènes de pollution locale ou diffuse peuvent affecter les sols. Tous les polluants générés par les activités anthropiques sont en effet susceptibles de se retrouver dans le sol et l'eau souterraine, qu'ils y aient été amenés directement (remblais, décharges, centres d'enfouissement techniques...) ou non (retombées atmosphériques, citernes enfouies, transferts via les eaux souterraines...).

D'autre part, les sols de certaines régions sont naturellement riches en certains métaux lourds ou métalloïdes. C'est par exemple le cas à Plombières en Province de Liège, où l'on relève des concentrations naturelles élevées en plomb (mines de plomb de Bleyberg).

Les formes chimiques sous lesquelles les polluants se présentent dans les sols dépendent des conditions physico-chimiques rencontrées; ces formes peuvent conditionner des propriétés importantes du polluant comme sa mobilité dans le profil, sa facilité de transfert vers les plantes et sa toxicité.

L'exposition de l'homme aux polluants présents dans les sols s'effectue par diverses voies (Figure 16). Certaines de ces voies sont directes, dans le sens où elles impliquent un contact direct avec le sol pollué. Il s'agit :

- de l'inhalation de poussières de sol, en particulier lors d'activités génératrices de poussières (modification du relief du sol, démolition, construction...), ou lorsque les sols sont soumis à l'érosion éolienne (sols nus, sols secs exposés au vent...);
- de l'ingestion accidentelle de particules de sol, voie d'exposition qui touche particulièrement les jeunes enfants (marche à quatre pattes, mains portées à la bouche...);
- du contact dermique avec le sol, en particulier lorsque celui-ci contient des polluants organiques car ceux-ci sont susceptibles d'être absorbés par la peau.

L'exposition est indirecte lorsqu'elle s'effectue :

- par ingestion de produits végétaux contaminés, suite à l'absorption racinaire de polluants ou suite au dépôt de particules de sol sur les feuilles ou les fruits;
- par inhalation d'air pollué, lorsque les sols contiennent des polluants volatils qui se retrouvent dans l'air ambiant;
- suite à la consommation de lait, de viande, d'œufs produits par des animaux nourris avec des aliments contaminés ou élevés sur un sol pollué;
- par inhalation, contact ou ingestion de certains polluants organiques présents dans l'eau distribuée dans l'habitation, suite à leur migration du sol vers l'eau à travers la paroi des canalisations;
- par inhalation, contact ou ingestion de polluants présents dans les eaux de surface (étangs, ruisseaux, rivières) alimentées par des eaux souterraines ou de ruissellement ayant été en contact avec du sol pollué.

La prédominance de l'une ou l'autre de ces voies d'exposition dépend des caractéristiques des polluants présents (état solide, liquide ou gazeux, volatilité, solubilité...), des propriétés du sol (teneur en matière organique, pH, teneur en eau...), des caractéristiques de la nappe (profondeur, sens d'écoulement, type d'aquifère...), des caractéristiques du site (couvert

végétal, présence ou non d'une dalle de béton, situation topographique, exposition au vent...), et du comportement et des habitudes des personnes vivant sur ou à proximité de ce site (enfants-adultes, temps passé sur le site, présence d'un potager, situation topographique de l'habitation par rapport au site...).

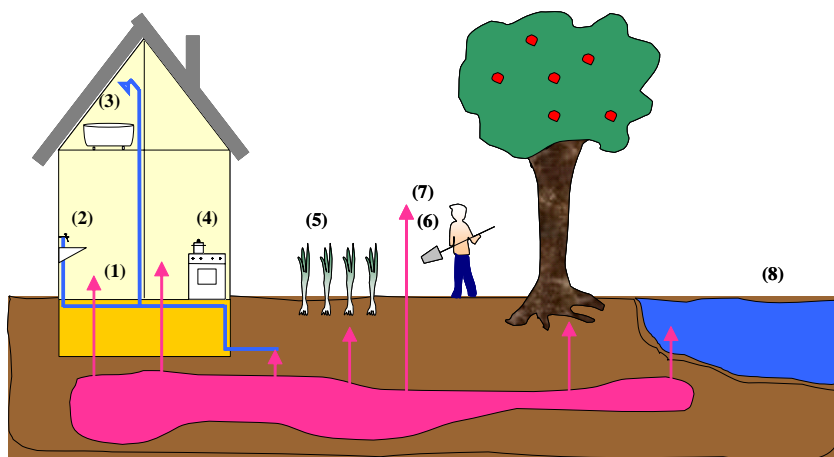


Figure 16: Voies d'exposition aux polluants des sols (d'après Van Hall Instituut, *Risc Human* v 3.1). (1) inhalation de substances volatiles présentes dans le sol ou l'eau souterraine et contaminant l'habitat, (2) ingestion d'eau polluée par transfert de substances à travers les conduites, (3) inhalation de vapeurs et contact avec la peau lors de la douche, (4) ingestion d'aliments contaminés, (5) ingestion de légumes du potager contaminés par dépôt ou prise racinaire, (6) ingestion accidentelle de particules de sol, inhalation de poussières de sol et contact du sol avec la peau, (7) inhalation de substances volatiles présentes dans le sol ou l'eau souterraine et contaminant l'air extérieur, (8) ingestion de poisson ou activités nautiques dans de l'eau en contact avec un sol pollué.

Des modèles d'exposition spécifiques (*RISC Human*, *RBCA ToolKit*...) permettent d'évaluer l'importance de cette exposition et d'estimer les doses encourues. Ces dernières, comparées aux données de toxicité des différentes substances rencontrées permettent d'évaluer les risques pour la santé, comme exposé précédemment (cf. point 2.4). Dans le cadre de la gestion des sols potentiellement pollués en Région wallonne, une approche environnement-santé coordonnée a été annoncée par la Région wallonne et la Communauté française pour procéder à l'analyse des risques.

La Région wallonne et la Communauté française annoncent une approche environnement-santé coordonnée en matière de sols pollués

(Extrait du communiqué de presse du Gouvernement wallon du 27/03/2006)

Réunis en Gouvernement conjoint de la Région wallonne et de la Communauté française, les Ministres Fonck, Vienne et Lutgen ont défini le 27/03/2006 une procédure de gestion des sols pollués en dix étapes:

1. En présence d'un site contaminé, le Ministre de l'Environnement charge la SPAQuE de réaliser les études nécessaires pour évaluer la pollution et le risque environnemental. Dès cet instant, les autorités locales et les populations riveraines sont informées de manière personnalisée (porte-à-porte) de l'état de la situation et des actes et travaux à accomplir. Après l'étude dite de caractérisation, la SPAQuE informe des résultats et des

mesures de précaution élémentaires à prendre au besoin (ne pas boire l'eau du puits ou manger les légumes de son potager).

2. La SPAQuE introduit les résultats des analyses dans un logiciel d'évaluation des risques sur la santé humaine. Le logiciel permet de déterminer la présomption d'un risque humain suivant l'usage du terrain considéré : la pollution dans un potager ou dans une plaine de jeux entraîne une présomption de risque plus forte que dans une zone industrielle.

3. Lorsque ce risque est important, la SPAQuE en informe les Ministres de la Santé et de l'Environnement, et confie à un toxicologue ou un collègue pluridisciplinaire d'experts la réalisation d'une étude toxicologique. Cette étude est destinée à préciser les risques potentiels pour la santé humaine en fonction des polluants et de la situation locale, et les mesures de précaution éventuelles à prendre.

4. Les conclusions de l'étude toxicologique sont communiquées aux autorités locales et aux habitants, ainsi que les éventuelles mesures de précaution complémentaires à prendre.

5. Travaillant en étroite collaboration avec les experts de la SPAQUE, une équipe d'épidémiologistes de l'Institut Scientifique de Santé publique (ISP) sera chargée par la Ministre de la Santé de la Communauté française d'assurer le suivi du risque toxicologique identifié. L'organisation de ce suivi comprendra différentes missions.

6. L'équipe d'épidémiologistes comprendra une équipe d'intervention qui se rendra sur le site afin d'évaluer la situation et mettre en place en complémentarité avec les précédentes étapes, des systèmes de communication accessible et fiable envers les autorités locales, les associations de médecins et de paramédicaux locaux, les collectivités (écoles, crèches, etc.) et l'ensemble de la population .

7. L'ISP aura alors pour mission, sur base des données scientifiques existantes, de préciser le type de risque sanitaire encouru par la population ainsi que la stratégie à adopter en terme de suivi. La mise sur pied du Registre du Cancer sera ici un outil très important.

8. Si nécessaire, la Ministre de la Santé de la Communauté française chargera l'ISP de mettre sur pied une étude épidémiologique en vue d'écarter ou de confirmer une augmentation de certaines pathologies par rapport à un groupe témoin. Cette étude étudiera une population définie dans un périmètre géographique et durant une période déterminée dans le temps.

9. Lors de toutes ces étapes, l'accent sera mis sur la qualité et l'accessibilité de l'information à la population afin de pouvoir répondre aux questions légitimes qu'elle se pose.

10. Sur base des conclusions de leurs recherches, l'ISP déterminera s'il y a lieu, les mesures spécifiques à recommander en fonction des différentes catégories de la population et du niveau d'exposition, etc... Si une augmentation des pathologies liées à l'état de l'environnement est avérée sur base d'une étude épidémiologique, la Ministre de la Santé de la Région wallonne mettra en place un suivi sanitaire de contrôle de l'évolution des pathologies constatées au sein des populations concernées

Tout au long de cette procédure, les ministres s'informent mutuellement. Par ailleurs, une procédure d'information régulière de la population et des autorités locales est mise sur pied.

Parallèlement, la procédure de réhabilitation du site est mise en oeuvre jusqu'à la maîtrise complète du risque.

De nombreuses friches industrielles attendent d'être caractérisées. Les risques sanitaires potentiels ne peuvent être évalués sans que l'on détermine la nature et les concentrations des polluants présents dans le sol et l'eau souterraine. Métaux lourds, HAP, hydrocarbures, BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et solvants chlorés sont toujours recherchés; d'autres polluants sont éventuellement analysés lorsque leur présence peut être suspectée sur base de l'historique du site. Dans les situations préoccupantes, des mesures de précaution simples peuvent être prises tant que les résultats de ces études ne sont pas disponibles, en particulier: protéger les jeunes enfants de l'ingestion accidentelle de sol, éviter de consommer

des légumes du potager, de boire de l'eau de puits ou de l'utiliser comme eau d'arrosage des légumes. La nécessité de telles mesures pour un site donné doit être réévaluée à mesure que progressent la caractérisation de ce site.

Le suivi médical des riverains de la décharge de Mellery

Le site de Mellery (25 ha) a été exploité comme carrière de sable avant d'être reconverti en décharge en 1981. Un entreposage intensif de déchets y a eu lieu entre 1982 et 1988 (volume de déchets estimés à 1 million de m³). En 1989, suite à des problèmes visibles de pollution, la décharge a été fermée. Les travaux d'assainissement ont été réalisés par la SPAQuE en plusieurs phases entre 1990 et 2002. L'assainissement fait aujourd'hui l'objet d'un suivi régulier et de travaux de maintenance qui devraient se poursuivre durant une trentaine d'années.

Le suivi médical des personnes exposées à la pollution de la décharge de Mellery a débuté en juin 2003 après la signature d'une convention entre la Communauté française, la Région wallonne et l'Institut Jules Bordet, chargé de la coordination du projet. Il prévoit des visites de contrôle gratuites annuelles des riverains chez leur médecin traitant, sur base volontaire pendant 10 ans. Divers éléments de la convention ne sont cependant pas encore appliqués. D'autre part, les informations récoltées ne couvrent pas les domaines neurologique et hormonal et ne permettront pas d'évaluer l'exposition, ce qui exclut toute possibilité d'établir un lien entre un problème de santé et la proximité de la décharge. Le taux de participation de la population ciblée s'élève à 18 %.

Selon l'Institut Jules Bordet, aucune pathologie grave n'a été mise en évidence parmi les habitants de Mellery. Il n'existe cependant pas de publication attestant l'existence ou non d'impacts sanitaires de la décharge.

Le dépôt du Lumsonry à Tarcienes

A la fin des années '80, des déchets industriels -essentiellement des déchets scoriacés issus d'activités sidérurgiques et des pailles hydrocarbonées ou boues de laminoirs- ont été illégalement entreposés sur un terrain du quartier du Lumsonry à Tarcienes.

Treize ans plus tard, cet ancien dépôt (0,22 ha) a été suspecté d'être à l'origine d'un taux de cancers plus élevé que la moyenne parmi les riverains du site. En particulier, les rapports entre le nombre de leucémies observées (4 cas) et le nombre de leucémies attendues, standardisés pour l'âge, étaient de l'ordre de 10 pour la population ayant résidé dans le quartier du Lumsonry depuis 1989.

Les études épidémiologiques et de caractérisation du site n'ont cependant pas permis d'établir un lien de cause à effet entre le dépôt et les pathologies observées. Une exposition ponctuelle au benzène, supposée avoir eu lieu début 1989 pendant une courte période, est l'hypothèse la plus souvent avancée pour expliquer le taux anormalement élevé de leucémies, mais elle n'a pu être démontrée. Au moment de l'étude, la présence du dépôt ne constituait pas (ou plus?) de danger majeur.

Les autorités ont cependant estimé que le dépôt devait faire l'objet de mesures de réhabilitation et que l'enlèvement des déchets s'imposait. En mai 2003, la SPAQuE a fait procéder à leur enlèvement et leur valorisation en cimenterie.

Un suivi médical des riverains a été engagé pour 10 ans sur les mêmes modalités que dans le cas de Mellery. Le taux de participation atteint 25 %.

7 Environnement physique et santé

L'environnement physique considéré ici comprend des facteurs environnementaux qui exercent des effets sur la santé à distance de la source, via l'émission d'ondes ou de rayonnements. Ces effets sont bien caractérisés pour des facteurs comme le bruit ou les radiations ionisantes, mais restent incertains pour d'autres comme les champs d'extrêmement basse fréquence ou la téléphonie mobile.

7.1 Bruit

Selon l'enquête de santé par interview effectuée en 2004 (ISP, 2006), 10,2 % des ménages belges se déclarent gênés par le bruit à leur domicile, ce qui fait du bruit la première nuisance environnementale rapportée par la population.

Les effets du bruit sur la santé sont de deux types: auditifs ou extra-auditifs. Le plus souvent, les effets observés dépendent de l'intensité et de la fréquence des stimulations.

7.1.1 Effets auditifs

La nocivité du bruit pour l'appareil auditif dépend de divers facteurs (Tableau 9). Selon l'intensité de l'effet, on distingue la fatigue auditive, correspondant à un déficit temporaire d'audition, et les pertes auditives irréversibles, variables en amplitude (surdités légère, moyenne ou sévère). Ces effets sont liés à des altérations des cellules ciliées de l'oreille interne, selon des mécanismes d'action mécaniques et métaboliques (AFSSE, 2004).

Fréquence du bruit	Les bruits de fréquence élevée (aigus) sont, à intensité égale, plus nocifs que les bruits de faible fréquence (graves)
Pureté du bruit	Un son pur est plus traumatisant pour l'oreille interne qu'un son à large spectre
Intensité du bruit	Le risque de fatigue et de perte auditives augmente avec l'intensité du bruit. Les expositions de longues durées à des niveaux sonores inférieurs à 70-80 dB n'induisent pas de lésions. Au-delà de 120 dB, qui constitue le seuil de douleur, les tympans et les structures ciliaires de l'oreille interne peuvent subir des lésions importantes
Caractère continu ou impulsionnel	Toutes autres caractéristiques étant égales, un bruit soudain et imprévisible est plus nocif qu'un bruit continu
Durée d'exposition	Pour une même ambiance sonore, les lésions auditives de l'oreille interne augmentent avec la durée d'exposition
Vulnérabilité individuelle	Les effets nocifs du bruit peuvent être accentués par des facteurs individuels tels que l'âge, les antécédents infectieux ayant touché l'appareil ORL, les antécédents de traumatisme crâniens, certains troubles métaboliques ou de la tension artérielle...
Autres facteurs de risque	L'association du bruit et de l'exposition à des facteurs tels que des vibrations, des agents chimiques ou médicamenteux ototoxiques augmente le risque de traumatisme auditif

Tableau 9: Facteurs de nocivité du bruit pour l'appareil auditif (Source : AFSSET)

L'OMS et l'Agence américaine de l'environnement considèrent comme non nuisible pour l'oreille un niveau moyen d'exposition journalier de 70 dB(A). Des déficiences auditives peuvent apparaître pour des expositions prolongées à des niveaux supérieurs à 85 dB(A). Une minute d'exposition à un niveau de 110 dB(A) entraîne une perte auditive, plus ou moins sévère mais irréversible, chez 10 à 15 % des individus. De tels niveaux sonores ne se rencontrent pas seulement dans l'environnement professionnel, mais également dans certaines activités de loisir (discothèques, concerts, baladeurs, jeux bruyants...), avec des conséquences mesurables chez les adolescents et jeunes adultes dans plusieurs pays européens.

7.1.2 Effets extra-auditifs

Le bruit entraîne des effets extra-auditifs qui affectent l'individu, ses rapports aux autres et à la société.

Gêne psychologique

La gêne psychologique est la sensation perceptive et affective exprimée par les personnes soumises au bruit. Elle est subjective mais néanmoins mesurable, au moyen de questionnaires ou par l'évaluation de la perturbation que le bruit engendre dans la réalisation d'activités spécifiques. Elle dépend de la source de bruit: à niveau d'exposition égal, le bruit des avions est par exemple plus gênant que le bruit du trafic routier, lui-même plus gênant que le bruit du trafic ferroviaire. Elle présente des composantes psychosociologiques complexes, propres à l'individu (âge, formation, statut d'occupation du logement, type d'activité en cours, sensibilité au bruit, peur de la source...) et au contexte (bruits choisis ou subis, imprévisibles ou réguliers, relations de voisinage, facteurs culturels...).

Comme la gêne représente une expression globale des effets ressentis par la population, elle sert de base à la détermination de seuils d'exposition réglementaires.

Perturbation du sommeil

Le sommeil est nécessaire pour la survie de l'individu ; il a une fonction réparatrice de la fatigue physique et mentale. L'appareil auditif reste parfaitement fonctionnel pendant le sommeil, qui peut être perturbé par le bruit de diverses façons :

- difficultés d'endormissement ;
- éveils au cours de la nuit ;
- raccourcissements de certains stades de sommeil ;
- dégradation de la qualité du sommeil par des changements de stades ;
- fatigue le matin au lever ;
- performances réduite le lendemain lors de l'accomplissement de tâches.

Des niveaux inférieurs à 30-35 dB(A) sont nécessaires pour assurer de bonnes conditions de sommeil. Les niveaux maximaux intérieurs ne devraient pas dépasser 45 dB(A).

Interférence avec la communication

Pour qu'une conversation soit intelligible, le bruit de fond ne doit pas excéder 45 à 50 dB(A). Ce niveau, fréquemment dépassé dans la rue ou les jardins, impose souvent de fermer les fenêtres pour converser, écouter de la musique ou la télévision. Ceci pose particulièrement problème en été. A noter que si l'adulte parvient aisément à comprendre des phrases dont il n'aurait pas entendu certaines syllabes, ce n'est pas le cas de l'enfant chez qui les bruits de fond interfèrent significativement dans la compréhension orale.

Baisse des niveaux de performance

Le bruit diminue les performances en particulier pour les tâches complexes, qui requièrent une attention régulière et soutenue par rapport à des détails ou des indicateurs variés: détection de signaux visuels, surveillance d'écrans, traitement simultané de signaux visuels et auditifs etc. Cet effet est observé également chez les enfants en milieu scolaire dans des classes bruyantes.

Stress

Le bruit est un agent stressant, entraînant des réactions au niveau des systèmes:

- endocrinien: production d'hormones de stress (adrénaline, noradrénaline, cortisol), ayant des effets sur les systèmes cardio-vasculaire et immunitaire;
- cardio-vasculaire: augmentation de la pression artérielle, arythmie cardiaque etc.;
- immunitaire: réduction des capacités de défense immunitaire de l'organisme.

Le risque d'effets chroniques sur la santé, notamment cardio-vasculaires, se manifeste pour des niveaux d'exposition dépassant 70 dB(A).

Effets comportementaux et sociaux

Diverses expériences indiquent une plus grande agressivité chez des personnes exposées au bruit, en particulier chez celles qui étaient préalablement irritées ou contrariées. D'autres effets sont rapportés: moins grande sensibilité à l'égard d'autrui, plus grande sévérité des jugements, comportement d'aide à autrui diminué... Ceux-ci pourraient s'expliquer par une plus grande inattention causée par le bruit, ou par une incidence négative du bruit sur l'humeur.

Troubles de la santé mentale

Le bruit est considéré comme la nuisance principale chez les personnes présentant un état anxio-dépressif. Par ailleurs, diverses études indiquent que le nombre de consultations en service psychiatrique et la consommation de médicaments psychotropes augmentent avec l'exposition au bruit dû au transport (trafic routier, avions).

7.2 Radiations

Les radiations sont des phénomènes physiques d'émission de rayonnement et/ou de particules. Elles sont généralement classées en deux groupes en fonction de leur capacité ou non à ioniser les molécules qu'elles rencontrent sur leur trajectoire. Cette propriété détermine la nature de leurs effets sur les tissus vivants.

7.2.1 Radiations ionisantes

7.2.1.1 Que sont les radiations ionisantes et quels sont leurs effets?

Les radiations ionisantes sont caractéristiques des éléments radioactifs, c'est-à-dire des atomes dont le noyau présente une instabilité, et qui évoluent vers un état d'équilibre en libérant de l'énergie grâce à une succession -appelée décroissance radioactive- de transformations -dites désintégrations- en d'autres atomes voisins. Ce sont ces désintégrations qui s'accompagnent d'émission de particules et/ou de rayonnement appelés radiations ionisantes.

Ces radiations sont dites "ionisantes" parce que leur charge électrique ou leur énergie entraîne l'ionisation des molécules qu'elles traversent en arrachant des électrons aux atomes. Dans le cas de tissus vivants, elles génèrent des cassures moléculaires (c'est l'effet direct), et provoquent d'autre part la radiolyse de l'eau (c'est l'effet indirect) conduisant à la formation de radicaux libres qui constituent des espèces moléculaires fortement toxiques. L'ampleur des dégâts biologiques ainsi causés dépend de la nature du rayonnement (particules α ou β , photons ou neutrons) et de la dose encourue.

Les effets des radiations ionisantes sont habituellement classés en deux catégories:

- les effets susceptibles d'apparaître quelle que soit la dose -si minime soit-elle-, et dont la probabilité d'occurrence augmente avec la dose (effets stochastiques); c'est le cas des cancers et mutations génétiques;
- les effets qui n'apparaissent qu'à partir d'un certain seuil de dose et s'accroissent lorsque celle-ci augmente (effets non stochastiques); c'est le cas des érythèmes de la peau ou de la cataracte.

On notera cependant que l'estimation des effets liés à l'exposition aux très faibles doses (≤ 10 mSv/an) est encore très incertaine: si l'hypothèse d'une relation dose-effet linéaire reste couramment admise, l'existence d'un seuil en-dessous duquel les dommages occasionnés pourraient être spontanément réparés par l'organisme est suggérée par certains auteurs (ICRP, 2004).

7.2.1.2 Quelles sont les sources de radiations ionisantes et leur contribution à la dose totale?

Sur base d'un dossier de Louis de Saint-George (CEN-SCK), mis en ligne sur le site EEW

La dose moyenne annuelle effective s'élève en Belgique à 4,6 mSv. Une présentation schématique de la contribution respective des différentes sources de radiations ionisantes en Belgique est donnée à la Figure 17.

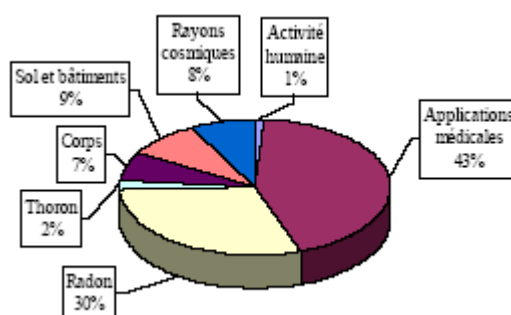


Figure 17: Contributions relatives des différentes sources de radiations ionisantes à l'exposition de la population belge, calculées selon les méthodes décrites par le rapport UNSCEAR 2000 (d'après Vanmarcke *et al.*, 2004). Le poste "activité humaine" comprend les retombées d'essais nucléaires atmosphériques ou d'accidents passés (Tchernobyl), certaines applications industrielles (contrôle de soudure, stérilisation...), certaines applications techniques (techniques de datation, détecteurs de fumée par ionisation, écrans de télévision ou d'ordinateur...), et la production d'énergie nucléaire. (Source : CEN-SCK)

La surface terrestre, et par conséquent les êtres vivants qui l'occupent, sont constamment et depuis toujours exposés à des radiations ionisantes d'origine naturelle: le rayonnement cosmique, le rayonnement lié à l'exposition, à l'ingestion et à l'inhalation de radionucléides présents naturellement dans le sol, l'eau, l'air, les aliments. Ces sources naturelles de radioactivité sont responsables de 56 % de l'exposition totale de la population belge, avec une dose moyenne estimée 2,6 mSv/an.

Parmi les sources naturelles, le radon contribue à l'exposition à raison de 50 %. Comme il affecte essentiellement la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments, la problématique du radon est exposée au point 3.1.4.

A cette exposition naturelle s'ajoutent les expositions anthropiques, responsables d'une dose moyenne annuelle estimée à 2 mSv/an en Belgique. La majeure partie de cette dose (plus de 95 %) est imputable aux applications médicales, avec de fortes variations individuelles. La fraction restante peut être attribuée à certains matériaux de construction (pierre, plâtre, ciment, béton) et, dans une moindre mesure, aux activités humaines comprenant les retombées d'essais nucléaires atmosphériques ou d'accidents passés (Tchernobyl), certaines applications industrielles (contrôle de soudure, stérilisation...), certaines applications techniques (techniques de datation, détecteurs de fumée par ionisation, écrans de télévision ou d'ordinateur...), et la production d'énergie nucléaire.

Cette dernière activité contribue de façon négligeable à la dose totale. En effet, selon des estimations de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN), les doses encourues par un individu hypothétique vivant en permanence à proximité immédiate des centrales de Tihange et de Doel sont estimées respectivement à 0,049 mSv/an et 0,019 mSv/an. Or la dose perçue décroît de façon exponentielle lorsque la distance augmente. Ces estimations sont donc des maxima théoriques qui ne sont pas atteints dans la population vivant au voisinage de ces centrales. Ceci concorde avec les résultats rapportés par le *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations* (UNSCEAR), qui avance le chiffre de 0,005 mSv/an pour la dose moyenne délivrée à une personne vivant dans un rayon de 50 km autour d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée tel que ceux installés en Belgique (réacteurs PWR).

7.2.1.3 Doses réglementaires en Belgique

Les limites de dose réglementaires sont basées sur des directives européennes, elles-mêmes fondées sur les recommandations d'instances internationales. Elles s'élèvent à 20 mSv/an pour les travailleurs professionnellement exposés et à 1 mSv/an pour la population⁽¹⁶⁾. Ces limites s'appliquent à la radioactivité liée aux activités humaines hors exposition médicale.

7.2.1.4 Surveillance radiologique

Depuis 2001, l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) a pour mission¹⁷ de contrôler:

- la radioactivité du territoire belge dans son ensemble: principalement dans l'air, l'eau, le sol, ainsi que dans la chaîne alimentaire (cf. point 5.3);
- les doses de rayonnements ionisants reçues par la population, en conditions normales et accidentelles.

¹⁶ Arrêté Royal du 20/07/2001.

¹⁷ Arrêté Royal du 20/07/2001

La surveillance du territoire s'effectue, d'une part, à proximité des sites où s'exercent des activités susceptibles d'avoir un impact radiologique sur l'environnement par des rejets atmosphériques ou liquides, et d'autre part, dans les zones éloignées de toute activité nucléaire significative. Elle s'effectue de manière continue par le réseau automatique TELERAD de mesure de la radioactivité locale ambiante, ainsi que via des campagnes périodiques d'échantillonnage et de mesures sur le terrain.

Le réseau TELERAD comprend 212 balises de mesure en temps réel de la radioactivité de l'air, des poussières en suspension dans l'air et des rivières (Meuse et Sambre en Région wallonne). Ces balises sont reliées à un système centralisé, permettant le déclenchement d'une alarme pour signaler sans délai le dépassement d'un seuil d'avertissement. Le système comprend également des instruments de mesures météorologiques, indispensables pour déceler l'origine et prévoir la trajectoire d'une anomalie éventuelle.

Les campagnes d'échantillonnage complètent les analyses en continu par des mesures ciblées concernant tous les compartiments de l'environnement (air, eaux de pluies, sols, sédiments, flore, faune etc.) et des maillons clés de la chaîne alimentaire (lait, viande, poisson, légumes etc.).

A titre d'exemple, le Tableau 10 présente le programme de surveillance radiologique du bassin de la Sambre et de la Meuse, qui reçoit les rejets radioactifs de plusieurs sites nucléaires (Centrales de Chooz et de Tihange, IRE à Fleurus) et non nucléaires (hôpitaux de Charleroi, Namur et Liège par exemple).

7.2.1.5 Situation radiologique de la Belgique

Les niveaux de radioactivité des échantillons mesurés sont en général extrêmement bas et largement dominés par des sources naturelles. Selon l'AFCN, les limites de rejets en vigueur sont très bien respectées par les exploitants des installations nucléaires, qui ont un impact radiologique négligeable sur l'environnement, voire non détectable. Les rapports de l'AFCN peuvent être consultés pour des résultats détaillés (www.fanc.fgov.be).

Compartiment	Bassin et localisation des points de prélèvements		Type de mesure	Fréquence de prélèvement	
	Sambre	Meuse			
Atmosphère	poussières	près du site de l'IRE (Fleurus)	près du site de Tihange	Spectrométrie γ : ^7Be , $^{134-137}\text{Cs}$, $^{141-144}\text{Ce}$, $^{103-106}\text{Ru}$, ^{95}Zr , ^{96}Nb , (^{131}I près de l'IRE) Spectrométrie β total : sur filtres papier, après décroissance 5 jours	toutes les 4 semaines journalière
	précipitations	près du site de l'IRE (Fleurus)	Heer-Agimont	Spectrométrie γ (eaux brutes) : ^7Be , $^{134-137}\text{Cs}$, $^{141-144}\text{Ce}$, $^{103-106}\text{Ru}$, ^{95}Zr , ^{96}Nb , ^{131}I	toutes les 4 semaines
			près du site de Tihange	Spectrométrie β total, α total, ^3H , ^{90}Sr (eaux filtrées)	toutes les 4 semaines
				Spectrométrie β total, α total (dépôts filtres)	toutes les 4 semaines
			^{131}I (dépôts filtres) près de l'IRE	hebdomadaire	
Sol	prairie permanente (sol superficiel – 5 cm – herbe coupée à ras)	près du site de l'IRE (Fleurus)	près du site de Chooz	Spectrométrie γ : ^7Be , $^{134-137}\text{Cs}$, $^{57-58-60}\text{Co}$, ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{110m}Ag , ^{40}K , $^{226-228}\text{Ra}$, ^{232}Th ^{131}I près de l'IRE	annuelle
	sol: agricoles		près du site de Tihange	Spectrométrie γ , α , ^{90}Sr , ^{226}Ra	annuelle
	production végétale agricole		autour de la botte de Chooz (30 points)	Spectrométrie γ , ^{90}Sr , ^3H , ^{14}C	
Rivière	eaux	Floriffoux	Heer-Agimont, Andenne, Huy, Amptin, Monsin, Lixhe	Spectrométrie γ : ^7Be , $^{134-137}\text{Cs}$, $^{141-144}\text{Ce}$, $^{103-106}\text{Ru}$, ^{95}Zr , ^{96}Nb , ^{226}Ra Spectrométrie β total, α total, ^3H , ^{40}K , (^{131}I près de l'IRE)	toutes les 4 semaines hebdomadaire
	sédiments	Floriffoux	Heer-Agimont, Andenne, Amptin, Lixhe	Spectrométrie γ : ^7Be , $^{134-137}\text{Cs}$, $^{57-58-60}\text{Co}$, ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{110m}Ag , ^{40}K , $^{226-228}\text{Ra}$, ^{232}Th , (^{131}I près de l'IRE)	toutes les 4 semaines
	plantes aquatiques, mousses, bivalves	Floriffoux	Heer-Agimont/Hastière/Waulsort, Andenne, Huy, Amptin/Amay, Monsin, Lixhe	Spectrométrie γ : ^7Be , $^{134-137}\text{Cs}$, $^{57-58-60}\text{Co}$, ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{110m}Ag , ^{40}K , $^{226-228}\text{Ra}$, ^{232}Th ^3H organique	trimestrielle

Tableau 10: Programme de surveillance radiologique du bassin de la Sambre et la Meuse (AFCN, 2005)

7.2.2 Radiations non ionisantes

On regroupe sous les termes *radiations non ionisantes* l'ensemble des rayonnements dont l'énergie n'est pas suffisante pour ioniser les atomes: champs d'extrêmement basse fréquence (appareils électriques et lignes de transport électrique, ...), champs de radiofréquence (communication sans fil, téléphonie mobile, émetteurs de radio et de télévision, ...), rayonnement infrarouge, lumière visible, rayonnement ultraviolet.

Leurs effets potentiels sur la santé sont très variables et pour certains encore mal connus.

7.2.2.1 Champs électromagnétiques

La question des impacts sur la santé des rayonnements électromagnétiques se pose en particulier pour les champs d'extrêmement basse fréquence et les hyperfréquences générées par la téléphonie mobile. Le Tableau 11 situe ces champs dans le spectre électromagnétique.

Fréquence	Gamme	Exemples d'applications
0 Hz	Champs statiques	Electricité statique
50 Hz	Champs d'extrêmement basses fréquences (ELF)	Lignes électriques et applications domestiques
20 kHz	Fréquences intermédiaires	Ecrans vidéo, plaques à induction culinaires
10 kHz 107MHz	Fréquences radio	Radiodiffusion FM et AM
400 kHz 900 MHz	Hyperfréquences	Téléphone analogique, télévision
900 MHz et 1800 MHz	Hyperfréquences	GSM (standard européen)
1900MHz - 2,2 GHz	Hyperfréquences	UMTS (standard téléphone - internet)
2,45 GHz	Hyperfréquences	Four à micro-ondes, Wifi

Tableau 11: Variation du champ électromagnétique selon les fréquences et exemples d'application (AFSSET, 2005)

Qu'est-ce qu'un champ électromagnétique?	?
Un champ électromagnétique est le couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Le champ électrique est lié à la présence de charges électriques (tension) dans un circuit et se manifeste même s'il n'y a pas circulation du courant (lampe éteinte par exemple) ; il se mesure en Volts par mètre. Le champ magnétique n'apparaît que lorsque les électrons sont mis en mouvement (lampe allumée) ; il se mesure en microtesla (μT).	

7.2.2.1.1 Champs d'extrêmement basse fréquence

Les champs d'extrêmement basse fréquence (*Extremely Low Frequency*, ELF) se situent autour de 50 Hz, soit la fréquence du courant électrique domestique que nous utilisons en permanence. Les sources d'exposition sont nombreuses, tant à l'intérieur (installations électriques, lampes, appareils électroménager etc.) qu'à l'extérieur (lignes électriques, transformateurs, câbles souterrains, voies ferrées etc.).

Les champs magnétiques ELF sont classés par l'IARC (*International Agency for Research on Cancer*) dans la catégorie "potentiellement cancérigène pour l'homme" (Groupe 2B) sur base d'indications limitées de leucémies infantiles à des niveaux d'exposition relativement élevés (doublement du risque de développer une leucémie à des niveaux supérieurs à 0,3-0,4 μT). A l'heure actuelle, aucun lien n'a été retrouvé entre l'exposition aux ELF et d'autres formes de cancers chez l'enfant, ni aucune forme de cancer chez l'adulte. Les expériences menées sur des animaux de laboratoire se sont révélées négatives également.

Par ailleurs, les nombreuses études disponibles n'indiquent pas que les champs ELF auxquels nous sommes soumis dans l'environnement provoquent des effets néfastes non cancéreux sur la santé (physiologie, comportement, reproduction, développement, etc.) et ce, ni chez les animaux, ni chez l'homme.

La plupart des pays ont établi leurs normes en utilisant comme référence les recommandations (Tableau 12) de la *Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants* (ICNIRP, <http://www.icnirp.de/>), organisme scientifique indépendant reconnu par l'OMS, qui examine attentivement toutes les publications scientifiques sur le sujet.

	Exposition domestique	Exposition professionnelle
Champ électrique	5 kV/m	10 kV/m
Densité de flux magnétique	100 μ T	500 μ T

Tableau 12: Recommandations de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (ICNIRP, 1998) en matière d'exposition aux champs ELF (50Hz)

En Belgique, la législation limite les valeurs du champ électrique généré par les installations de transport et de distribution électrique (Arrêté ministériel du 20 avril 1988) à:

- 5 kV/m dans les zones habitées ou destinées à l'habitat;
- 7 kV/m lors des surplombs de routes;
- 10 kV/m dans les autres lieux.

Par contre, il n'y a pas de législation belge particulière au sujet des champs magnétiques.

7.2.2.1.2 Téléphonie mobile

Au sujet des effets éventuels de la téléphonie mobile sur la santé, deux sources de rayonnement doivent être considérées: les stations de base (ou antennes relais) et les téléphones portables proprement dits.

En ce qui concerne les stations de base, les études scientifiques sur le risque de cancer après exposition à long terme d'animaux aux ondes de téléphonie mobile -et à des niveaux de puissance pourtant bien supérieurs à ceux produits par les antennes relais- ne révèlent aucun effet. Aux puissances occasionnées par les stations de base de téléphonie mobile dans l'environnement, aucun mécanisme biologique connu n'apporte d'hypothèse scientifique crédible à de quelconques effets sanitaires. Les symptômes rapportés parfois par certains riverains de station de base ne seraient pas dus aux ondes électromagnétiques; ils ne leur seraient attribués que pour des raisons liées à la perception subjective du risque (cf. point 2.5).

Concernant le téléphone cellulaire proprement dit, ses effets thermiques au niveau de la tête sont actuellement assez bien décrits et compris: l'absorption des ondes produirait un échauffement de maximum 0,1°C à la périphérie du cerveau, ce qui reste très inférieur aux autres causes d'échauffement, telles que les efforts physiques. Un effet thermique plus intense chez l'enfant n'est cependant pas exclu. Par contre, les effets non thermiques, en particulier à long terme, restent mal connus et très controversés. Selon le Conseil supérieur d'Hygiène¹⁸ (CSH, 2004), on ne peut à ce jour exclure avec certitude un risque sanitaire de nature grave et irréversible en rapport avec l'exposition aux micro-ondes liée à l'usage intensif de la téléphonie mobile. Une des difficultés majeures tient dans l'absence de recul face à une technologie qui s'est répandue très rapidement (taux de pénétration de 86 % en Belgique en août 2006).

Les recherches continuent dans ce domaine au niveau international et sont suivies de près par la *Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants* (ICNIRP) qui procède régulièrement à une analyse des nouvelles publications scientifiques

¹⁸ Organe d'avis scientifique du Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement.

afin de mettre à jour ses recommandations (<http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>). C'est généralement sur base de celles-ci que sont établies les normes nationales. Les normes belges (AR du 10/08/2005) ont cependant été fixées sur base de critères plus stricts que ceux de l'ICNIRP, qui ne prennent pas en compte les possibles effets athermiques et problèmes liés aux implants médicaux; pour une fréquence de 900 MHz, la norme belge d'exposition aux rayonnements de radiofréquence est de 20,6 V/m, soit la moitié de la valeur recommandée par l'ICNIRP. Cette valeur est cependant supérieure à celle de 3 V/m recommandée par le Conseil supérieur d'Hygiène (CSH, 2005).

En Belgique, le suivi des recherches est assuré par le Conseil supérieur d'Hygiène. En ce qui concerne l'usage du téléphone mobile (GSM) par la population générale, les recommandations du CSH sont notamment les suivantes (CSH, 2004):

- l'usage du téléphone mobile, en particulier par les enfants et les femmes enceintes, ne devrait pas durer plus de quelques minutes d'affilée et ne devrait pas être une solution de remplacement de la téléphonie fixe;
- l'usage du téléphone mobile, en particulier par les enfants et les femmes enceintes, devrait être évité dans les conditions de mauvaise transmission (à l'intérieur d'un véhicule, d'un train, d'un tram, d'un métro, d'une cage d'ascenseur, ou du sous-sol d'un bâtiment en béton armé);
- l'usage du téléphone mobile doit être préféré en situation stationnaire plutôt qu'en mouvement, surtout rapide (véhicule), afin d'éviter les élévations du niveau de puissance d'émission se produisant lors du passage d'une cellule du réseau à une autre;
- l'usage d'une oreillette doit être encouragé afin d'augmenter l'éloignement du téléphone par rapport au corps et à la tête; sinon, il est conseillé d'alterner régulièrement (par ex. toutes les deux minutes) l'oreille d'écoute.

Parmi les recherches en cours, le projet *Interphone* vise à déterminer si l'exposition aux radiofréquences peut être associée à la survenue d'un cancer. Il s'agit d'une vaste enquête épidémiologique menée dans treize pays dont huit pays européens et coordonnée par l'IARC.

7.2.2.2 Rayonnement ultraviolet

L'exposition aux rayons ultraviolets (UV) est avant tout naturelle; il s'agit de l'exposition aux UV solaires. Dans une moindre mesure, mais de plus en plus, elle est également artificielle via l'utilisation de bancs solaires.

UV-C, UV-B et UV-A	?
<p>On distingue trois types de rayons UV sur base de leur longueur d'onde :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les UV-C, les plus énergétiques, arrêtés en totalité par la couche d'ozone stratosphérique et l'atmosphère ; - les UV-B, filtrés à 99 % par l'atmosphère, ne représentant que 1 à 5 % des UV solaires atteignant la surface terrestre ; ils sont arrêtés au niveau de l'épiderme ; ils permettent un bronzage lent, provoquent le coup de soleil et sont incriminés depuis longtemps dans la genèse des cancers cutanés ; <ul style="list-style-type: none"> ▪ les UV-A, beaucoup moins filtrés, constituant 98 % des UV solaires atteignant la surface terrestre ; ils pénètrent jusqu'au derme ; ils sont essentiellement responsables du bronzage rapide et éphémère ainsi que du vieillissement précoce de la peau ; leur effet cancérigène est démontré depuis peu. 	

Une exposition excessive aux rayons UV peut endommager la peau et les yeux (Tableau 13). Les UV auraient par ailleurs une action immunodépressive. La gravité des effets dépend de la longueur d'onde, de l'intensité des rayons -elle-même fonction de l'heure de la journée-, de la durée d'exposition et du type de peau, classiquement déterminé en fonction de la sensibilité au coup de soleil et de la capacité d'activer la pigmentation. L'effet cancérigène pour l'homme est connu de longue date pour les UV-B et plus récemment démontré pour les UV-A.

L'incidence du mélanome malin est en augmentation dans la plupart des populations à peau claire d'Europe du Nord; depuis les années '50, le nombre de mélanomes y double tous les 10 ou 15 ans (de Vries *et al.*, 2006a). Ceci est à mettre en relation avec les changements de comportement dictés par des motifs esthétiques. Une étude sur les comportements d'adolescents belges par rapport à l'exposition au soleil durant les vacances d'été indique des temps et des fréquences d'exposition élevés, et un usage régulier de crèmes solaires chez 30 % d'entre eux seulement (de Vries *et al.*, 2006b).

D'autre part, les effets néfastes des rayons UV pourraient devenir plus fréquents suite à la détérioration de la couche d'ozone stratosphérique.

Effets sur la peau	Coup de soleil		Brûlures dues aux UV-B, mais également aux UV-A.
	Veillissement prématuré de la peau		Destruction des fibres de collagène et d'élastine. Apparition de taches pigmentaires sur le visage et les mains.
	Photosensibilisation		Réaction allergique (eczéma, urticaire) suite à l'exposition combinée à la lumière et à une substance chimique déterminée. Aggravation à chaque nouvelle exposition.
	Cancers de la peau	Carcinomes	Cancers les plus fréquents, également les moins graves, apparaissant généralement après 50 ans, parfois directement liés à la quantité de soleil reçue depuis l'enfance.
		Mélanomes	Cancers plus rares, pouvant apparaître à un âge jeune, parfois à partir d'un grain de beauté; liés principalement aux coups de soleil reçus, notamment durant l'enfance; potentiellement graves (métastases possibles).
Effets sur les yeux	Cornée		Brûlure de la couche superficielle de la cornée.
	Cristallin		Apparition possible d'une cataracte; perte d'élasticité et donc apparition plus précoce de la presbytie.
	Rétine		Organe de la vue où les effets des UV peuvent s'avérer les plus graves (dégénérescence maculaire).

Tableau 13: Principaux effets biologiques néfastes des rayons UV (Source : AFSSET)

Les dangers des rayons UV artificiels

La plupart des bancs solaires émettent surtout des rayons UV-A (98,8 %) et une faible dose d'UV-B (1,2 %), certains avec une puissance inégalée dans la nature. Les expositions répétées de l'organisme à de telles doses d'UV-A sont un phénomène nouveau, mais déjà des données de la littérature indiquent un risque accru de développer un mélanome cutané suite à l'exposition aux UV artificiels des bancs solaires (Gallagher *et al.*, 2005), particulièrement lorsque l'exposition a débuté avant l'âge de 30 ans (Autier, 2005). Les risques encourus dépendent fortement du type de peau.

La législation impose des conditions d'exploitation aux centres de bronzage, interdisant notamment l'exposition aux rayons UV artificiels aux mineurs de moins de 15 ans, et la déconseillant fortement aux autres mineurs d'âge, ainsi qu'aux femmes enceintes (A.R. du 20/06/2002). L'existence d'une telle législation est présentée par de nombreux exploitants comme une garantie que l'usage des bancs solaires ne présente pas de risque pour la santé. Ceci est inexact, de même que les affirmations selon lesquelles l'exposition aux UV artificiels serait plus sûre que l'exposition aux UV solaires, ou préparerait utilement la peau à l'exposition au soleil.

8 Maladies liées à la faune sauvage

Sur base des dossiers de Geneviève Ducoffre (ISP) et Régis Hanosset (ULg), mis en ligne sur le site EEW

Divers agents pathogènes présents chez les animaux sauvages sont transmissibles à l'homme (anthropozoonoses ou zoonoses). Leurs impacts potentiels sur la santé humaine, la santé des animaux d'élevage, le commerce des animaux et des produits d'origine animale justifient qu'ils soient étroitement surveillés.

8.1 Aperçu de quelques pathologies transmissibles à l'homme via la faune sauvage

Outre des maladies bien connues comme la rage, l'échinococcose ou la tuberculose, la liste des zoonoses est longue (brucellose, maladie de Lyme, tularémie, leptospirose, anaplasnose, listériose, trichinellose, hantavirose, West Nile...). Pour certaines de ces maladies heureusement, les risques de transmission de la faune sauvage à l'homme sont faibles et/ou ne concernent que certaines régions du monde. Quelques pathologies préoccupantes pour l'homme dans notre région sont brièvement décrites ci-dessous.

8.1.1 Maladie de Lyme

La maladie de Lyme ou borréliose est une infection systémique due à une bactérie (spirochète), *Borrelia burgdorferi*, transmise par la tique (*Ixodes ricinus*) après piqûre si le temps d'attachement est suffisant (pendant au moins 12 heures).

L'infection peut être asymptomatique ou à symptômes variables (syndrome grippal, pathologies dermatologique, rhumatologique, neurologique et/ou cardiaque, ...).

Pas loin de 2000 cas sont dénombrés chaque année en Belgique. Les provinces les plus touchées sont celles de Namur, d'Anvers et du Brabant ainsi que la Campine, où l'on retrouve l'habitat nécessaire au développement de la tique.

Les personnes en contact direct avec la nature y sont plus exposées. Le risque de piqûre peut être réduit par le port de vêtements protecteurs. En cas d'exposition, un auto-examen de la peau est recommandé; le cas échéant, le retrait des tiques doit se faire avec précaution -sans les écraser- et être suivi d'une désinfection.

8.1.2 Anaplasnose

Comme la maladie de Lyme, l'anaplasnose (ou ehrlichiose) est une infection bactérienne transmissible à l'homme par piqûre de tique. La bactérie responsable, *Anaplasma phagocytophilum*, infecte les granulocytes, famille de globules blancs présents dans le sang. Les symptômes sont notamment l'apparition d'une fièvre élevée, de fatigue, de céphalées, de douleurs musculaires, de malaise, et ce 5 à 8 jours après la morsure.

L'anaplasnose est une maladie émergente, diagnostiquée pour la première fois en Belgique en 1995. L'année 2005 a été marquée par une augmentation du nombre de cas diagnostiqués (64 contre 36 en 2004 et en moyenne 7 par an auparavant).

8.1.3 Hantavirose

L'hantavirose est une anthroponose virale, transmise à l'homme par différentes espèces de rongeurs, principalement le campagnol roussâtre dans notre pays. La transmission se fait principalement par inhalation de particules virales contenues dans les excréments du rongeur, ou par contact lors d'une morsure par un rongeur infecté.

Les symptômes (1 à 4 semaines après la contamination), peuvent être les suivants: fièvre ou frissons (syndrome grippal), maux de tête, douleurs musculaires ou dorsales, éventuellement troubles de la vision et/ou douleurs oculaires, fugaces mais typiques.

Aucun traitement spécifique n'a été développé pour cette maladie. Les professionnels du bois (bûcherons, gardes-chasse, scieurs, etc.) y sont plus exposés.

En 2005, des cas ont été diagnostiqués dans presque tous les arrondissements du pays, en particulier par ordre décroissant d'importance dans ceux de Liège (n=64) et de Neufchâteau (n=52), ainsi que dans ceux de Thuin (n=38), Philippeville (n=30) et Dinant (n=30) (Source: Laboratoire de référence et Laboratoires Vigies).

Parmi les mesures de précaution, on pourra éviter les contacts directs avec les rongeurs vivants, leurs nids, pièges ou cadavres, ainsi que l'inhalation de particules provenant d'endroits fréquentés par des rongeurs tels que nids, terre, abris de jardin, bois susceptibles d'avoir été contaminés...

8.1.4 Rage

La rage est provoquée par un virus attaquant le système nerveux central de tous les mammifères, et des oiseaux dans une moindre mesure. Le virus, présent dans la salive de l'animal enragé est transmis par morsure, griffure ou contact entre plaie et salive infectée.

Le temps d'incubation est généralement de 10 jours à 3 mois, mais peut parfois aller jusqu'à 2 ans et plus. Les symptômes suivants apparaissent : anxiété, céphalées, malaises et troubles sensoriels, spasmes des muscles de la déglutition et phase d'excitation. La mort, provoquée par une paralysie respiratoire, survient 2 à 6 jours après les premiers symptômes.

Le virus de la rage a disparu de notre territoire suite à la mise en œuvre, dès la fin des années 80, d'un programme de vaccination orale des renards. La surveillance reste néanmoins toujours de mise, notamment en raison de la persistance d'un foyer dans trois états allemands dont un situé à l'ouest du Rhin, et de la constatation de cas de rage chez des chauve-souris dans de nombreux pays européens. Le virus affectant la chauve-souris n'est pas identique au virus classique qui affecte le renard et la plupart des autres mammifères, mais est également transmissible à l'homme.

8.1.5 Echinococcose

L'échinococcose alvéolaire est une maladie causée par un petit ver de la famille des ténias, *Echinococcus multilocularis*, dont le cycle naturel dépend d'une relation entre un hôte intermédiaire (campagnol, rat musqué...) et un hôte définitif (renard roux).

La contamination de l'homme s'opère probablement par deux voies: la consommation de fruits, baies ou légumes crus ramassés à proximité du sol, et la contamination des mains par contact avec le pelage ou les matières fécales de carnivores (renards, chiens, chats...).

Depuis 1999, une quinzaine de cas ont été diagnostiqués en Belgique. Cette maladie rare, dont l'évolution peut être fatale, est généralement responsable d'une atteinte hépatique parfois décrite comme un "cancer" d'origine parasitaire. La période d'incubation peut durer de 5 à 20 ans. Après cette période, la maladie évolue comme une tumeur, pouvant toucher des organes voisins du foie et former des métastases capables d'atteindre les poumons, les os, le cerveau.

La gravité de la maladie justifie une épidémiosurveillance imposée par l'union européenne. Il n'existe aucun vaccin à l'heure actuelle.

Grippe aviaire: les risques pour l'homme

L'influenza aviaire est une zoonose virale susceptible d'affecter toutes les espèces d'oiseaux sauvages ou domestiques. Le virus responsable, *influenza A*, existe sous différentes formes dont certains types (H5 et H7) sont potentiellement dangereux pour l'homme. En effet, le virus H7N7 a provoqué en 2003 dans un élevage des Pays-Bas des infections oculaires chez environ 80 personnes y travaillant ; le virus H5N1, plus virulent, a contaminé à ce jour ⁽²⁾ environ 250 personnes, essentiellement en Asie mais aussi en Turquie, et entraîné la mort d'environ 150 d'entre elles.

Les symptômes chez l'homme d'une contamination par le virus de la grippe aviaire sont semblables à ceux de la grippe humaine : fièvre, courbatures, maux de gorge, toux, parfois des infections oculaires et des troubles respiratoires et pneumopathies.

Les données actuelles indiquent que la transmission du virus des oiseaux à l'homme se fait par voie aérienne lors de contacts étroits, prolongés et répétés, dans des espaces confinés, avec des sécrétions respiratoires ou des déjections d'animaux infectés. Elle concerne donc essentiellement les personnes professionnellement exposées.

Le virus n'est pas transmissible d'homme à homme. Mais on peut craindre qu'une recombinaison entre un virus de la grippe aviaire et un virus de la grippe humaine mène à l'apparition d'un nouveau type de virus qui s'adapterait plus facilement à l'homme et deviendrait transmissible. Ce scénario est pris très au sérieux par l'OMS, qui préconise que soient vaccinées contre la grippe humaine toutes les personnes à risque afin d'éviter toute infection simultanée par les deux types de virus, ce qui favoriserait la recombinaison.

Depuis 2004, l'AFSCA a mis en place différents programmes de surveillance visant à déceler le plus rapidement possible l'introduction éventuelle du virus de la grippe aviaire sur le territoire belge, en particulier les types H7 et H5.

8.2 Suivi international et surveillance régionale

Sur base d'un dossier d'Annick Linden (ULg), mis en ligne sur le site EEW

Au cours de ces dix dernières années, les maladies de la faune sauvage ont fait l'objet d'un intérêt croissant dans le monde entier. Cela est notamment dû aux répercussions de ces maladies sur la santé humaine, la santé des animaux d'élevage et le commerce international des animaux et des produits d'origine animale.

Par ailleurs, dans un contexte de menace de pandémie liée aux épisodes récents d'influenza aviaire hautement pathogène et de SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère), il semble clair

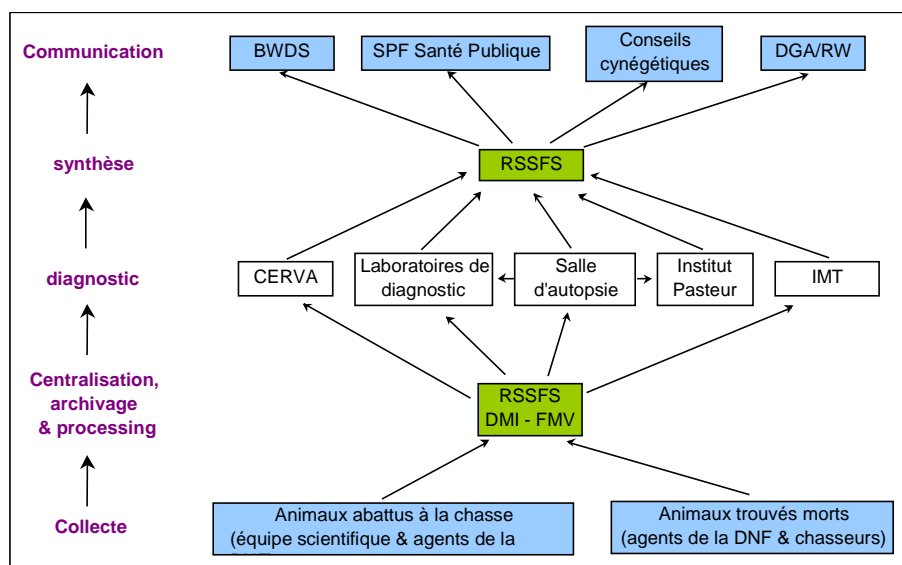
que les agents pathogènes circulant au sein de la faune sauvage exigent une surveillance drastique à l'échelle mondiale. Les risques de transmission aux animaux d'élevage et à l'homme doivent être chaque fois évalués.

C'est ce constat qui explique que l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE, www.oie.int/fr/fr_index.htm) centralise, analyse et diffuse toutes les informations clés sur les maladies infectieuses et parasitaires touchant les animaux sauvages. La directive 91/495/CE recommande également que "les Etats membres veillent à ce qu'une enquête relative à l'état sanitaire du gibier sauvage soit menée à intervalles réguliers dans les territoires de chasse situés sur son territoire". C'est dans ce contexte que la Région wallonne a créé, en 2001, le Réseau de surveillance de l'état sanitaire des animaux sauvages de notre région.

Un Réseau de Surveillance de la Faune Sauvage en Région wallonne

Le Réseau de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage (RSSFS), financé par la Région wallonne, est piloté par une équipe scientifique de l'Université de Liège. Il a pour objectif de surveiller certaines maladies qui circulent chez les animaux sauvages et qui pourraient représenter un danger pour l'homme, pour les animaux domestiques mais également pour les espèces sauvages elles-mêmes. Le Réseau entreprend également des mesures de lutte dans certaines situations. Concrètement, ces programmes de surveillance doivent permettre d'évaluer les risques auxquels sont confrontés les professionnels sur le terrain (gestionnaires, agents forestiers, chasseurs, bouchers, vétérinaires...) mais également tous les promeneurs susceptibles d'entrer en contact avec un animal sauvage dans la forêt (manipulation d'un cadavre ou rencontre accidentelle). Dans ce contexte, l'information et la prévention sont des aspects primordiaux. Ajoutons que les risques liés à la consommation de gibier doivent également être évalués.

Le suivi sanitaire qui, au départ, ciblait les cervidés a été élargi et concerne actuellement beaucoup d'autres espèces animales (sanglier, renard, lièvre, lapin, blaireau, oiseaux...). Les maladies surveillées sont des maladies connues en Belgique, mais le Réseau reste attentif à d'éventuelles maladies exotiques ou nouvelles via, notamment, l'autopsie des animaux trouvés morts, qui peuvent être amenés par qui le souhaite au laboratoire de l'Université de Liège. Il s'agit d'un réseau autonome qui combine surveillance active (animaux prélevés en période de chasse) et passive (analyse des animaux trouvés morts). Son fonctionnement est présenté dans le schéma ci-après.



Sur le terrain, les agents de la DNF et les chasseurs participent activement à la collecte des prélèvements. Ensuite, les analyses sont réalisées dans les laboratoires de diagnostic du Département des Maladies Infectieuses et Parasitaires (DMI) de la Faculté Vétérinaire (FMV) de l'ULg, du CERVA (Centre d'Etudes et de Recherche

Vétérinaire et Agrochimique, à Uccle), de l'ISP-Département Institut Pasteur à Bruxelles, et de l'Institut de Médecine Tropicale (IMT) à Anvers. Les résultats sont transmis aux autorités régionales, mais également aux Conseils Cynégétiques, au SPF Santé Publique et Sécurité de la Chaîne alimentaire et à la *Belgian Wildlife Disease Society* (BWDS).

Depuis 2001, près de 4000 animaux sauvages (toutes espèces confondues) ont été analysés par le Réseau. Globalement, l'état sanitaire de notre faune sauvage est bon. Il y a eu quelques épisodes malheureux notamment en petit gibier (maladie hémorragique virale du lapin - RHD), mais il n'y a pas, actuellement, de menace majeure sur l'une ou l'autre espèce. En ce qui concerne les maladies zoonotiques, les résultats démontrent qu'il ne faut pas diaboliser la faune sauvage mais rester vigilant. La surveillance doit être maintenue, voire élargie vis-à-vis des maladies transmissibles à l'homme (rage, échinococcose, trichinellose...) et aux animaux d'élevage (peste porcine, paratuberculose...). Enfin, des mesures élémentaires de prudence (ne jamais toucher un animal sauvage, porter des gants pour manipuler un cadavre...) doivent être respectées aussi bien par les professionnels qui travaillent en forêt que par les promeneurs occasionnels. Pour plus de détail: pictovert et lien vers les dossiers scientifiques.

9 Changement climatique et santé

L'étude des effets du changement climatique sur la santé est un sujet extrêmement complexe. Elle implique la mise en œuvre de différents modèles qui, même s'ils sont menés avec une même rigueur scientifique, peuvent conduire à des conclusions très divergentes. Ceci est lié à la complexité des mécanismes en jeu et aux nombreuses incertitudes qui pèsent sur leurs interactions mutuelles. A cela s'ajoute le fait que d'autres facteurs non environnementaux influencent l'incidence réelle de ces effets potentiels sur la santé: le contexte socio-économique et les mesures d'adaptation sociales, institutionnelles, technologiques et comportementales prises pour réduire les risques sanitaires liés au réchauffement.

Les effets possibles du réchauffement climatique sur la santé peuvent être classés en deux groupes:

- (1) les effets directs sur l'organisme, liés aux conséquences du stress thermique pour l'organisme;
- (2) les effets indirects, liés à l'apparition de conditions favorables au développement de germes pathogènes ou de leurs vecteurs pour l'homme, renforçant l'apparition de maladies infectieuses et parasitaires.

Dans les pays développés des latitudes moyennes, les effets directs devancent nettement les effets indirects.

9.1 Effets directs

On compte dans les effets directs du réchauffement climatique les conséquences des températures extrêmes et des catastrophes naturelles.

La plupart des décès supplémentaires lors de périodes de stress thermique se produisent chez des personnes souffrant déjà d'une maladie, le plus souvent cardiovasculaire ou respiratoire. Ils concernent moins des problèmes de thermorégulation (hyperthermie, déshydratation) et sont accentués par une baisse de la qualité de l'air, en particulier des pics de production d'ozone troposphérique (cf point 3.2.1.2). Les personnes âgées, les jeunes enfants et les personnes de santé fragile sont les plus vulnérables.

On peut s'attendre à un impact du réchauffement climatique sur les variations saisonnières de la mortalité. A l'heure actuelle, ces variations sont caractérisées par un pic principal en hiver - plus marqué en cas d'hiver rigoureux-, et un pic secondaire en été -plus marqué lors des périodes caniculaires-. Dans l'hypothèse du réchauffement de notre climat, il faut s'attendre à une diminution relative de la surmortalité hivernale et à une augmentation de la surmortalité estivale. La résultante de ces effets opposés déterminera l'impact global sur la mortalité annuelle et l'espérance de vie. Des résultats contradictoires ont été obtenus par diverses études à ce sujet.

Selon certains auteurs, la surmortalité liée aux périodes de chaleur toucherait plus particulièrement les catégories sociales moins favorisées, qui ont moins facilement accès aux mesures d'adaptation permettant de réduire les risques, et les femmes, qui au-delà de la soixantaine, souffrent davantage de problèmes de thermorégulation.

Les effets du réchauffement sur la santé vont également dépendre de la brutalité avec laquelle les changements vont s'opérer: une évolution par à-coups violents aura des conséquences beaucoup plus néfastes qu'une évolution plus lente permettant une acclimatation progressive de l'organisme.

A côté des effets liés au stress thermique, d'autres effets directs découlent des catastrophes naturelles (sécheresse, inondations, tempêtes), dont la fréquence augmente suite au réchauffement climatique. Ils sont généralement difficiles à quantifier, notamment en raison des effets secondaires et différés qui les accompagnent.

Outre le réchauffement, un autre phénomène climatique a des répercussions sur la santé: la disparition de la couche d'ozone stratosphérique, responsable de l'augmentation du rayonnement ultraviolet. De nombreux effets potentiels sont signalés dans la littérature, sur la peau, les yeux, le système immunitaire notamment (cf. point 7.2.2.2).

9.2 Effets indirects

Le réchauffement climatique peut favoriser le développement de germes pathogènes, en particulier les agents transmissibles par l'eau ou les aliments (p. ex. les protozoaires *Cryptosporidium* et *Giardia*, les bactéries *Salmonella* et *Listeria*, le virus de l'hépatite A...). En ce qui concerne les contaminations hydriques, le risque est très faible dans nos régions étant donné que l'eau de distribution est contrôlée et désinfectée, et que les eaux de baignade sont également contrôlées (cf point 4.2). Les contaminations alimentaires, toujours plus fréquentes par temps chaud, peuvent être évitées en respectant les règles de conservation (chaîne du froid, date de péremption...) et d'hygiène, en particulier lors de la préparation des repas (se laver les mains, utiliser du matériel propre, séparer les aliments crus et préparés, cuisson suffisante...).

Le réchauffement climatique peut entraîner une modification de l'aire de répartition de nombreux vecteurs de parasites (Ghiteko *et al.*, 2000).

Parmi les moustiques, on peut citer par exemple *Aedes albopictus*, moustique d'origine asiatique vecteur de la dengue, de la fièvre de la vallée du Rift et du virus West Nile, *Aedes aegypti*, vecteur de la dengue et de la fièvre jaune, ou encore *Anopheles sp.*, vecteur de la malaria, dont les aires de répartition pourraient gagner nos régions.

Les rongeurs, qui prolifèrent dans les régions tempérées après les hivers doux et pluvieux, sont également le réservoir de diverses maladies. Certaines maladies véhiculées par les rongeurs telles que la leptospirose, la tularémie, et les maladies hémorragiques virales sont associées aux inondations. D'autres maladies liées aux rongeurs et aux tiques et qui sont fonction de la variabilité du climat sont la maladie de Lyme, l'encéphalite à tiques et le syndrome pulmonaire à hantavirus (cf. point 8.1).

A cela s'ajoute l'augmentation probable des allergies touchant l'appareil respiratoire (rhinite allergique, asthme), favorisées par le déplacement de l'aire de répartition de nombreuses espèces végétales et une production importante de pollens par un temps souvent chaud et sec (cf. point 3.2.2).

10 Réponses et actions des pouvoirs publics en matière de santé environnementale

Diverses actions sont prises par les pouvoirs publics en matière d'environnement-santé au niveau international (mondial et européen), fédéral, régional et communautaire. Elles concernent tant des aspects stratégiques et méthodologiques que des actions concrètes qui touchent le citoyen.

10.1 Une préoccupation des institutions internationales et des pouvoirs publics en Belgique et en Région wallonne

Du niveau international au niveau local, diverses institutions ont initié des actions en matière de santé environnementale.

Les Nations Unies ont inscrit plusieurs objectifs de réduction des risques pour la santé causés par des facteurs environnementaux dans le chapitre 6 de l'Agenda 21 issu de la Conférence de Rio (1992). La mise en application de ce chapitre, intitulé "Protection et promotion de la santé", est à charge de l'OMS.

Depuis 1989, l'OMS-Europe (52 pays) organise tous les 5 ans des *Conférences Ministérielles Environnement-Santé* (CMES):

- la Conférence de Francfort (1989) s'est axée sur la reconnaissance des liens environnement-santé; il en est sorti la *Charte européenne de l'environnement et de la santé*;
- la Conférence d'Helsinki (1994) s'est penchée sur la collaboration entre les acteurs en matière de santé environnementale; elle a débouché sur un *Plan d'Action Environnement-Santé pour l'Europe* (EHAPE) et des *Plans d'Action Environnement-Santé Nationaux* (NEHAP) pour certains pays dont la Belgique;
- la Conférence de Londres (1999) a insisté sur l'urgence de la mise en œuvre des NEHAP et a abordé les transports et l'eau comme thématiques prioritaires; elle a produit la *Charte pour les transports, l'eau et la santé* et le *Protocole sur l'eau et la santé*, ratifié par la Belgique;
- la Conférence de Budapest (2004) a mis en avant les enfants comme groupe cible prioritaire; il en est sorti un *Plan d'action Environnement-Santé des enfants pour l'Europe* (CEHAPE).

L'OMS se charge également du développement d'indicateurs Environnement-Santé dans le cadre de la mise en place du *Environment & Health Information System* (www.enhis.net), dont une proposition révisée a été soumise à Budapest en 2004.

Pour la Commission européenne (CE), les actions dans le domaine de la santé et de l'environnement sont formulées dans les art. 152 et 174 du Traité d'Amsterdam, qui définit le développement durable comme un objectif de l'UE.

Quatre groupes de maladies et troubles sont reconnus par la CE comme prioritaires dans le cadre de la stratégie environnement-santé, qui trouve son origine dans le 6ème programme d'action communautaire en environnement :

- les maladies respiratoires infantiles ;
- les troubles du développement neurologique ;
- les cancers ;
- les perturbations du système endocrinien.

Parallèlement à cette stratégie, la CE est à l'origine du projet de règlement REACH concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques mises sur le marché. A terme, REACH devrait permettre une meilleure évaluation des risques que pourraient présenter ces substances pour la santé ou l'environnement, et le remplacement progressif des substances les plus préoccupantes par des produits plus sûrs

En Belgique, un accord de coopération entre les 11 Ministres compétents en matière de santé et d'environnement aux niveaux fédéral, régionaux et communautaires a été signé pour l'exécution d'un Plan d'Action National Environnement-Santé 2004-2010 (NEHAP), définissant un cadre dans lequel sont lancés des projets pilotes dans des matières qui nécessitent un travail conjoint des autorités compétentes en environnement et santé. Pour en savoir plus: <http://www.nehap.be/>.

C'est la *Conférence Interministérielle Environnement-Santé* (CIMES) qui pilote la mise en œuvre du NEHAP belge. Ses objectifs sont entre autres d'établir une collaboration fonctionnelle entre les organismes en charge de l'environnement et de la santé. Elle se réunit une fois par an minimum pour discuter et approuver le lancement de projets à l'échelle du territoire belge. La *Cellule Environnement-Santé* est l'organe préparatoire et exécutoire de la CIMES.

En Région wallonne, la *Plate-forme Environnement-Santé* (PenSa) a élaboré de 2003 à 2006 la *Liste d'Actions Régionales Environnement-Santé* (LARES), qui devrait aboutir prochainement à un *Plan d'Actions Régionales Environnement-Santé* (PARES).

Développement d'indicateurs environnement-santé

L'intérêt pour les questions de santé environnementale débouche inévitablement sur la nécessité de développer des indicateurs permettant de synthétiser et d'objectiver l'information, de coupler les données environnementales et de santé, et de suivre l'évolution de la situation dans le temps et l'espace. De tels indicateurs sont des outils essentiels de communication et d'aide à la décision, permettant d'établir des priorités et d'évaluer l'efficacité des mesures prises en matière de santé environnementale.

Plusieurs institutions internationales ont donné l'impulsion. Dans le cadre de la mise en place du *Environment and Health Information System* (EHIS), l'OMS-Europe a développé des indicateurs applicables aux niveaux international et national. Ces indicateurs sont définis autour de quatre thèmes: pollution de l'air, bruit, accidents de transport, et qualité de l'eau (WHO, 2004c). Les institutions européennes ont également initié divers projets orientés santé ou environnement ayant abouti, généralement de façon indirecte, à des indicateurs environnement-santé¹⁹.

En Belgique, la mise au point d'indicateurs environnement-santé est un des projets du NEHAP. Une vaste étude a été menée sur le sujet, comprenant notamment un inventaire des indicateurs existants ou en développement au

¹⁹ Voir à ce sujet la synthèse publiée dans le rapport : Plateforme Indicateurs pour un développement durable. 2004 : *L'environnement et la santé, quelles interactions? Les indicateurs Environnement-santé*. Ch Vanoeteren, IBGE.

niveau international, une sélection d'indicateurs pertinents pour notre pays et une tentative de mise en œuvre en identifiant les difficultés rencontrées. La CIMES est en train de mettre en place un groupe de travail "Indicateurs environnement-santé" afin d'exploiter les résultats de cette étude et de participer aux travaux européens et internationaux en la matière. En Région wallonne, le développement d'indicateurs environnement-santé est également une des priorités sélectionnées dans la LARES par le Gouvernement wallon.

10.2 Actions concrètes en santé environnementale en Région wallonne

Des actions concrètes ont été menées en matière de diagnostic, de prévention, de suivi médical et d'épidémiologie. En voici quelques exemples.

10.2.1 Diagnostic

Les SAMI

Plusieurs pouvoirs provinciaux ont mis sur pied en Belgique des services de détection des pollutions intérieures. Ces services -le plus souvent gratuits- ont pour mission de se rendre, à la demande d'un médecin, au domicile des patients présentant un problème de santé susceptible d'être lié à l'habitat. Pour en savoir plus: <http://www.sami.be/>

Le service Indoorpol (ISP)

Au niveau de la Section Mycologie de l'ISP, le service "INDOORPOL" s'occupe notamment des risques sanitaires liés au conditionnement d'air. Dans les cas de suspicion de pollutions intérieures ayant un effet néfaste sur la santé, des analyses mycologiques peuvent être effectuées après prélèvement lors de visites à domicile.

10.2.2 Prévention

Politique de produits

Fin 2003, au niveau belge, 3 projets du NEHAP ont été approuvés par la CIMES, dont un portant sur une étude relative à la politique de produits et à l'environnement intérieur. Ce projet, achevé en juin 2006, a abouti à dresser une liste de 14 substances jugées prioritaires : formaldéhyde, acétaldéhyde, benzène, toluène, triméthylbenzène, chlorure de vinyle, trichloroéthylène, limonène, pinène, triclosan, méthylène-di-isocyanate, éthers de glycol, retardateurs de flamme bromés et perméthrine. Il a également permis d'identifier les politiques relatives à l'environnement intérieur appliquées à l'étranger (normes, labels...), et à analyser l'importance de l'outil "politique de produits" dans le développement de mesures préventives. Il a enfin permis de rapatrier un maximum d'informations concernant des mesures spécifiques prises ou en préparation, ciblées sur les 14 substances retenues. Parmi les mesures envisageables, la mise au point de labels est souvent citée.

Environnement dans les crèches

Un autre projet concerne l'évaluation des pollutions intérieures dans les milieux d'accueil de la petite enfance en Province de Hainaut. Sur base volontaire, 46 crèches agréées par l'Office de la Naissance et de l'Enfance (ONE) ont fait l'objet de cette étude financée par la Région wallonne. Le rapport global contient notamment une liste de recommandations visant à l'amélioration de l'environnement intérieur. Celles-ci devraient être reprises par l'ONE pour mettre à jour ses critères permettant l'agrément des crèches.

Primes pour un logement plus sain

Des primes et aides financières sont accordées par les pouvoirs publics pour permettre l'accès des ménages à un logement décent. En Région wallonne, il s'agit par exemple des primes à la réhabilitation des habitations et de l'aide financière pour des travaux d'assainissement du radon. Une prime pour le remplacement d'un chauffe-bain défectueux est également accordée par certaines inter-communales à Bruxelles ou encore un taux de TVA réduit (6 % au lieu de 21 %) pour des travaux de transformation ou d'aménagement. Quant au locataire d'un immeuble insalubre, il peut contacter les services "salubrité-logement" de la Région wallonne ou de la Région bruxelloise pour réaliser une enquête dans le logement loué s'il a fait part des problèmes à son propriétaire et si sa démarche est restée sans suite.

10.2.3 Suivis médicaux

Un suivi médical des riverains de la décharge de Mellery à Villers-la-Ville et du dépôt du Lumsonry à Tarcienne a été engagé pour dix ans à partir de 2003 (cf point 6). Il prévoit des visites de contrôle annuelles gratuites des riverains chez leur médecin traitant sur base volontaire.

10.2.4 Epidémiologie

Le Registre du cancer

En mai 2006, une nouvelle structure a été inaugurée pour l'enregistrement des cancers en Belgique: la *Fondation privée Registre du Cancer*. Jusque-là, diverses initiatives d'enregistrement du cancer avaient vu le jour (enregistrements des mutuelles, Registre National du Cancer, enregistrements provinciaux ou hospitaliers), mais leur efficacité était inégale dans les différentes régions et il leur manquait un cadre légal leur permettant d'utiliser un identificateur unique par patient, tout en assurant le respect de la vie privée. Aujourd'hui, ces problèmes sont résolus: la fondation va couvrir l'ensemble du territoire, et le numéro d'inscription à la sécurité sociale sera utilisé comme identificateur unique. Des dispositions sont prises en outre pour combler dès 2007 le retard accumulé en Wallonie et à Bruxelles par rapport à la Flandre.

Les données collectées sont les suivantes: âge, sexe, code postal, organe atteint, type histologique du cancer, stade au diagnostic, traitements de l'épisode initial. L'enregistrement des données d'exposition comportementales ou environnementales par patient n'est pas prévu.

L'analyse de ces données devra permettre de:

- mesurer l'impact de la maladie en termes de santé publique; description par sexe, âge, région et type de cancer, en nombre absolu et taux d'incidence;
- décrire l'évolution des tendances au cours du temps;
- décrire la survie spécifique par type de cancer et situer la Belgique par rapport à d'autres pays pour cet indicateur (indicateur de qualité de la prise en charge);
- mettre en évidence des différences géographiques éventuelles et formuler des hypothèses explicatives; l'échelle pourra varier en fonction de l'importance de la source éventuellement suspectée: elle sera par exemple locale dans le cas d'une décharge et régionale dans le cas d'un bassin industriel;
- participer à l'évaluation des programmes de dépistage;
- participer à l'évaluation de la prévention primaire (par exemple, campagnes anti-tabac et modification de l'incidence des cancers du poumon par sexe).

Le Registre des malformations congénitales

Suite à la tragédie causée par la thalidomide au début des années 60, de nombreux systèmes de surveillance épidémiologique ont été établis dans les pays industrialisés pour détecter toute épidémie de malformation congénitale pouvant être due à l'introduction d'un agent tératogène ou mutagène dans l'environnement. Ils ont conduit à la formation du réseau européen EUROCAT (*European Registration of Congenital Anomalies and Twinings*, <http://www.eurocat.ulster.ac.uk/index.html>).

En Wallonie, les données sont collectées depuis 1979 par le Professeur Yves Gillerot et Madame Myriam Mols de l'Institut de Pathologie et de Génétique de Lovreval. La Région wallonne subventionne ce projet qui concerne actuellement les provinces du Hainaut et de Namur, de manière annuelle. Elle souhaite le pérenniser par un décret et soutenir son extension à l'ensemble des maternités du territoire wallon. (<http://www.iph.fgov.be/epidemio/morbidat/fr/bases/mat13.htm>).

11 Conclusion

Chaque jour, nous sommes exposés à une série de facteurs environnementaux pouvant nuire à la santé. Leurs effets sont difficiles à quantifier tant les mécanismes en jeu sont complexes. Cependant, les indices sérieux d'impacts réels se multiplient dans les pays occidentaux, qu'il s'agisse de données épidémiologiques, de données issues du *biomonitoring*, d'estimations en termes de coûts de santé, ou en termes d'années de vie en bonne santé perdues. De telles évaluations manquent encore en Région wallonne, mais des travaux sont en cours pour y aboutir.

Les différences de niveaux d'exposition, fonction du cadre de vie, des habitudes de vie et de l'activité professionnelle, et les facteurs individuels (sexe, âge, facteurs génétiques, état nutritionnel, niveau socio-économique, état de santé psychique) engendrent une telle disparité de situations qu'il est impossible de donner une échelle de gradation des risques commune à l'ensemble de la population.

Diverses données indiquent que la pollution de l'air est responsable de la majeure partie des maladies liées à des facteurs environnementaux en Europe, et que les enfants y sont particulièrement sensibles. L'asthme est ainsi la maladie la plus fréquente, en particulier chez les enfants, que ce soit en milieu rural, urbain ou industriel. Pour un certain nombre de scientifiques cependant, l'augmentation des maladies respiratoires et allergiques ne serait pas due à la qualité de l'air ambiant, mais à notre mode de vie et nos pratiques en matière d'hygiène notamment. Les données actuelles ne permettent pas de trancher cette question. En Région wallonne en particulier, les études épidémiologiques sur l'incidence ou la prévalence des maladies en augmentation comme les allergies, l'asthme ou les troubles du système reproducteur sont inexistantes. Une lacune à combler d'une façon ou d'une autre si l'on veut un jour mieux cerner l'impact de l'environnement sur notre santé.

Pour des raisons liées au confinement, à la fréquence et à la durée d'exposition, la qualité de l'air dans l'habitat joue un rôle important. Elle peut être altérée par la présence de polluants issus de phénomènes de combustion domestique (tabac, CO, NO), de substances chimiques d'origines diverses (matériaux de construction, mobilier, peintures, solvants, produits d'entretien, produits biocides etc.), de bioaérosols (acariens, moisissures, légionelles, etc.), d'amiante ou de radon. Dans de nombreux cas, les risques peuvent néanmoins être réduits en adoptant des mesures simples (choix de consommation, aération, etc.), d'où l'importance de renforcer la sensibilisation et l'éducation en santé environnementale.

A l'extérieur, les polluants de l'air sont essentiellement issus de phénomènes de combustion, majoritairement liés au trafic routier: particules en suspension (PM), ozone, HAP, benzène etc. Plus de 280 000 décès prématurés par an sont attribués à une exposition de longue durée aux particules dans les 25 pays de l'Union européenne. Chaque année, l'exposition à l'ozone y cause plus de 21 000 décès, et 14 000 hospitalisations pour des causes respiratoires. Ici, la réduction des risques n'est plus envisageable à l'échelle individuelle et implique des choix politiques et de société.

L'eau et l'alimentation sont les vecteurs potentiels de divers polluants ou agents biologiques indésirables, mais l'eau de distribution et les aliments commercialisés sont bien contrôlés dans

notre pays. Bien sûr, le nombre de paramètres contrôlés reste très inférieur à celui des substances libérées dans l'environnement par les activités anthropiques. Néanmoins, on peut considérer que ce sont les consommations locales échappant à tout contrôle (eau de puits, productions locales animales et végétales) qui sont les plus susceptibles de présenter un risque pour la santé.

Les sols pollués (friches industrielles, décharges etc.) ou naturellement riches en certains métaux exposent aussi l'organisme à une série de substances pouvant affecter la santé. Les risques sont évalués au cas par cas après caractérisation du site, et des mesures de précaution ou d'assainissement sont prises si nécessaire. Une procédure intégrée d'analyse des risques a été annoncée en 2006 par les autorités wallonnes compétentes en cette matière.

Les effets sur la santé de l'environnement physique sont bien connus pour certains facteurs (radiations ionisantes, par ailleurs très bien contrôlées), mais beaucoup plus incertains pour d'autres, qui nécessitent encore des recherches approfondies (téléphonie mobile, champs d'extrêmement basse fréquence). C'est avant tout le bruit qui pose le plus de problèmes; c'est la nuisance environnementale la plus souvent citée.

Certains agents pathogènes peuvent nous être transmis par la faune sauvage (maladie de Lyme, hantavirose, échinococcose, anaplasmose, etc.). Le risque concerne particulièrement les personnes professionnellement exposées (métiers du bois notamment). Un réseau de surveillance couvre notre région.

Enfin, les changements climatiques sont susceptibles d'effets sur la santé, directs (stress thermiques, modification des variations saisonnières de mortalité, effets liés à l'augmentation du rayonnement UV, ...) ou indirects (parasitoses liées aux changements d'aire de répartition d'animaux vecteurs, allergies favorisées par une production accrue de pollen, ...).

Face à ces multiples menaces, des réponses ont été et sont mises en place aux niveaux international, national, et régional. En particulier, la Belgique s'est dotée en 2003 d'un cadre pour des actions concertées en matière de santé environnementale, le *Plan d'Action National environnement-santé 2004-2010* (NEHAP), et la Région wallonne dispose depuis juin 2006 d'une proposition de *Liste d'Actions Régionales Environnement-Santé* (LARES). L'un des objectifs importants de ces initiatives est la mise au point d'indicateurs environnement-santé destinés à servir d'outils d'aide à la décision et d'instruments d'évaluation des politiques menées en santé environnementale.

Enjeux et perspectives

Les problèmes de santé liés à des facteurs environnementaux frappent des individus, mais touchent la société entière; les coûts qu'ils occasionnent à la collectivité en font un enjeu majeur pour les autorités compétentes en matière de santé publique.

Des efforts restent à fournir pour que les acteurs de la santé et de l'environnement adoptent une démarche commune permettant la multiplication d'actions concrètes (réculte et croisement des données de santé et d'environnement, calculs d'indicateurs, impacts en termes de coûts, valorisation de résultats d'études scientifiques, formation des médecins...),

notamment dans le cadre du NEHAP. Dans le contexte éclaté des institutions belges, cela demande une coordination importante.

Au niveau wallon, l'énergie pourrait être consacrée en priorité à l'analyse, sous l'angle de la santé, des nombreuses données récoltées par les réseaux de surveillance environnementale existant en Région wallonne. Les problèmes de santé environnementale sont souvent des problèmes locaux, que l'analyse de ces données permettrait d'anticiper dans certains cas.

En matière de *biomonitoring* humain, seule approche permettant une mesure intégrée d'une exposition multisources et multivoies, la Région wallonne gagnerait à prendre part au projet européen ESBIO (*Expert Team to Support Biomonitoring in Europe*) visant à instaurer une approche harmonisée du biomonitoring en Europe. Des initiatives internationales comme REACH doivent par ailleurs être vivement soutenues.

Mais les avancées en matière de santé environnementale ne seront décisives que lorsque l'ensemble de la population aura pris conscience des possibilités d'action au niveau individuel, par exemple à travers les choix de consommation, le bon usage des produits, le changement de certaines habitudes, le maintien en bon état du logement et de sa ventilation, l'abandon de pratiques polluantes comme l'incinération domestique de déchets... C'est tout l'enjeu de la prévention, qui nécessite un travail d'information et de sensibilisation de la population s'inscrivant nécessairement dans le long terme.

Actions concertées des acteurs concernés, prévention, éducation de la population... : ces tâches appellent un soutien politique continu et une réelle coopération entre les entités fédérales, régionales et communautaire de ce pays.

Bibliographie

- AFSSE. 2004. Impacts sanitaires du bruit. Etats des lieux. Indicateurs bruit-santé. In: *Site de l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale* [En ligne]. <http://www.afsset.fr/> (page consultée le 02/10/2006).
- AQUAWAL S.A. 2005. *Etude quantitative et qualitative de l'usage des systèmes d'adoucissement de l'eau distribuée en Région wallonne*. MRW-DGRNE, Namur.
- ATSDR. 2005. Toxicological Profile for lead (Draft). In: *Agency for Toxic Substances and Disease Registry Website*. [En ligne]. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.html>. Rapport téléchargé le 25/09/2006.
- Autier P. 2005. Cutaneous malignant melanoma: facts about sunbeds and sunscreen. *Expert Review of Anticancer Therapy*, 5(5), 821-833.
- Bell, M.L., Peng, R.D. & F. Dominici. 2006. The Exposure-Response Curve for Ozone and Risk of Mortality and the Adequacy of Current Ozone Regulations. *Environmental Health Perspectives*, 114, 532-536.
- Bernard, A., Carbonnelle, S., Michel, O., Higuët, S., de Burbure, C., Buchet, J.P. 2003. Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance of indoor chlorinated pools. *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 385-394.
- Bernard, A., Carbonnelle, S., de Burbure, C., Michel, O. & Nickmilder, M. 2006. Chlorinated Pool Attendance, Atopy, and the risk of Asthma during Childhood. *Environmental Health Perspectives*, 114(10), 1-8.
- Bielroy L. & Deener A., 1998. Seasonal Variation in the Effects of Major Indoor and Outdoor Environmental Variables on Asthma, *Journal of Asthma*, 35 (1), 7-48.
- CE. 2000. *Communication de la Commission sur le recours au principe de précaution*. Commission des Communautés européennes, Bruxelles, 2/2/2000.
- CEESE. 2001. *Mobilité durable en Région Bruxelloise - analyse des impacts sur l'environnement - Évaluation des externalités physiques et monétaires*. Centre d'Études Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) de l'Université Libre de Bruxelles. Services fédéraux des affaires scientifiques techniques et culturelles, Bruxelles.
- Centre Anti-Poisons. 2005. *Registre fédéral des intoxications*. Rapport définitif. Cas 2005.
- CITEPA. 2001. Inventaire des émissions de particules primaires. In *Site du Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)*. [En ligne]. <http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm#inv5>. Page consultée le 4/09/2006.
- CSH. 2004. Recommandation du 12 mars 2004 du CSH concernant l'usage du téléphone mobile (GSM) par la population générale (CSH 6605-5). In: *Site du Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement*. [En ligne]. <https://portal.health.fgov.be/pls/portal/docs/> (page consultée le 21/09/2006).
- CSH. 2005. Avis du Conseil supérieur d'Hygiène concernant le projet d'Arrêté Royal fixant la norme pour les antennes émettant des ondes électromagnétiques entre 10 MHz et 10 GHz (CSH 8103). In: *Site du Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement*. [En ligne]. <https://portal.health.fgov.be/pls/portal/docs/> (page consultée le 21/09/2006).
- Claeys, F., Sykes, C., Limbos, C. & G. Ducoffre. 2003. Childhood Lead Poisoning in Brussels. Prevalence Study and Etiological Factors. *Journal de Physique IV France*, 107, 307-310.
- Coppieters, Y., Parent, F., Lagasse, R. & D. Piette. 2004. Evaluation des risques, une approche pluridisciplinaire en santé publique. *Environnement, Risques & Santé*, 3 (1), 45-52.

Covaci, A., Gerecke, A.C., Law, R.J., Voorspoels, S., Kohler, M., Heeb, N.V., Leslie, H., Allchin, C.R. & J. De Boer. 2006. Hexabromocyclododecanes (HBCDs) in the environment and humans: a review. *Environmental Science and Technology*, 40(12), 3679-3688.

CPP, 2006. Nanotechnologies, nanoparticules: quels dangers, quels risques? Ministère français de l'écologie et du développement durable. In *Site du Ministère français de l'écologie et du développement durable*. [En ligne]. http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Nanotechnologies_juin_2006.pdf. Page consultée le 4/09/2006.

CRIOC. 2003. Non-fumeurs dans le horeca. In: *Site web du CRIOC* [En ligne]. <http://www.oivo-crioc.org>. Page visitée le 20/07/2006.

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://ec.europa.eu/food/fs/sc/sct/out165_en.pdf. Rapport téléchargé le 25/09/2006.

Darby S., Hill D., Auvinen A., Barros-Dios J.M., Baysson H., Bochicchio F., Deo H., Falk R., Forastiere F., Hakama M., Heid I., Kreienbrock L., Kreuzer M., Lagarde F., Mäkeläinen I., Muirhead C., Oberaigner W., Pershagen G., Ruano-Ravina A., Ruosteenoja E., Schaffrath Rosario A., Tirmarche M., Tomásek L., Whitley E., Wichmann, H.E. & Doll, R. 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.

de Vries E., Van Der Rhee H. & Coebergh J.W.W. 2006. Trends, oorzaken, aanpak en gevolgen van de huidkankerepidemie in Nederland en Europa. *Nederlandse Tijdschrift voor Geneeskunde*, 150, 1108-1115.

de Vries H., Willems K., Mesters I., Reubsaet A. 2006. Skin cancer prevention behaviours during summer holidays in 14 and 18-year-old Belgian adolescents. *European Journal of Cancer Prevention*, 15(5), 431-438.

EEA. 2005. *Environment and health*. Copenhagen: European Environment Agency. 35 p. EEA Report N°10/2005.

Eertmans, F., Dhooze, W., Stuyvaert, S. & F. Comhaire. 2003. Endocrine disruptors: effects on male fertility and screening tools for their assessment. *Toxicology in Vitro*, 17(5-6), 515-24.

EHEMU. 2005. *Différentes estimations des espérances de santé dans les pays de l'Union européenne en 2002. Calculs réalisés à partir des données d'Eurobaromètre 58*. EHEMU Technical report 3, juillet 2005. http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action1/docs/2003_1_08_rep3_en.pdf

Fierens et al. 2003. Dioxin/polychlorinated biphenyl body burden, diabetes and endometriosis : findings in a population-based study in Belgium. *Biomarkers*, 8(6), 529-534.

Fierens S, Eppe G, De Pauw E & A Bernard. 2005a. Gender dependent accumulation of dioxins in smokers. *Occupational and Environmental Medicine*, 62(1), 61-62.

Fierens S, Focant JF, Eppe G, De Pauw E & A Bernard. 2005b. Evaluation de la charge corporelle en dioxines des riverains d'incinérateurs et de la sidérurgie : résultats d'une étude réalisée en Belgique. *Environnement, Risques & Santé*, 4, 35-42.

Gallagher R.P., Spinelli J.J. & T.K. Lee. 2005. Tanning beds, sunlamps, and risk of cutaneous malignant melanoma. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 14(3), 562-566.

Ghiteko A.K., Lindsay S.W., Confalonieri U.E. & J. Patz. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis, *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (9), 1136-114.

GIEC, 2001, cité par OMS. 2004. Changement climatique et santé humaine - Risques et mesures à prendre. Résumé.

Grandjean, P. & P.J. Landrigan. 2006. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals – A silent pandemic. *The Lancet*, DOI: 10.1016/S0140-6736(06)69665-7.

Heinrich, J. & H.E. Wichmann. 2004. Traffic related pollutants in Europe and their effect on allergic disease. *Current Opinion in Allergy & Clinical Immunology*, 4(5), 341-348.

ICRP. 2004. Low-dose Extrapolation of Radiation-Related Cancer Risk. Committee 1 Task Group Draft Report. In: *Site de l'International Commission on Radiological Protection*. [En ligne]. http://www.icrp.org/docs/Low-dose_TG_rept_for_web.pdf (page consultée le 28/07/2006).

ISP. 2002. *Etude de la situation de la santé en Belgique sur base des chiffres de la mortalité et de l'espérance de vie*. Miermans P.-J. & Van Oyen H. Rapport Nr 2002 – 031.

ISP. 2003. *L'Asthme et la Pollution de l'air - Etat des connaissances et données disponibles pour le développement d'une politique de santé en Belgique*. Puddu, M., Bayingana, K. et J. Tafforeau. Rapport D/2003/2505/23 - http://www.iph.fgov.be/epidemie/epifr/crospfr/asthme_fr.pdf.

ISP. 2006. *Enquête de santé par interview, Belgique, 2004*. Bayingana, K., Demarest, S., Gisle, S., Hesse, E., Miermans, P.J., Tafforeau, J. & J. Van der Heyden. Service d'épidémiologie de l'Institut Scientifique de Santé Publique. IPH/EPI REPORTS N°2006-034.

IWEPS, 2005. Femmes et hommes de Wallonie. Portrait statistique.

Janssen, S. 2005. *Brominated Flame Retardants: Rising Levels of Concern*. Arlington: Health Care Without Harm. 33p. [En ligne]. <http://www.noharm.org>. Rapport téléchargé le 25/09/2006.

Knox, E.G. 2006. Roads, railways and childhood cancers. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(2), 136-141.

Künzli N., Kaiser R., Medina S., Studnicka M., Chanel O., Herry M., Horak F., Puybonnieux-Textier V., Quénel P., Schneider J., Seethaler R., Vergnaud, J.-C. & H. Sommer. 2000. Public health Impact of Outdoor and Traffic related Air Pollution. *The Lancet*, 356, 795-801.

Lapple, C. E. 1961. Characteristics of Particles and Particle Dispersoids. *Stanford Research Institute Journal*, 5, 95.

Lauwerys R., Bernard A., Buchet J.P., Roels H., Bruaux P., Claeys F., Ducoffre G., De Plaen P., Staessen J., Amery A., Fagard R., Lijnen P., Thijs L., Rondia D., Sartor F., Saint Remy A. & L. Nick. 1991. - Does environmental exposure to cadmium represent a health risk? Conclusions from the cadmibel study. *Acta Clinica Belgica*, 46 (4), 219-225.

Lemieux. 1997. *Evaluation of emissions from the open burning of household waste in barrels - Volume 1. Technical Report*. Washington: USEPA. 79p. EPA-600/R-97-134a

Melse, J.M. & de Hollander, A.E.M. 2001. *Environment and health within the OECD region: lost health, lost money*. RIVM Report 402101001, Bilthoven, The Netherlands

Michel, O., Bakkioui, H., Hankard, D., Chawaf, J., Higuët, S., Rosseuw, C., Fostier, P., Mouchet, F. & P. Hennart 1999. Prevalence of non-diagnosed asthma in schoolchildren of low socio-economic status in Brussels. *American Journal of Respiration Criteria Care Medicine*, 159: A145.

Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. 2005. *Contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Eaux distribuées par réseau en Région wallonne pendant les périodes 1999-2001 et 2002-2004*. Rapport à l'Union européenne.

MIRA, 2005a. Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005. *Gevolgen voor mens*. Bossuyt M., Torfs R., Nawrot T., Den Hond E., Tilborghs G., Wildemeersch D., Chovanova H., Hooft P., Verschaeve L. Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.

MIRA, 2005b. Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005. *Gevolgen voor economie*. Van Laer, J., Bachus, K., Bormans, R., Hutseboot, E., Ochelen, S., De Ceuster, G., Defloor, B., Van Ootegem, L., De Nocker, L., Schrooten, L., Torfs, R. & T. Velghe. Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.

- Nickmilder M, Carbonelle S, de Burbure C & A Bernard. 2005. Relationship between ambient ozone and exhaled nitric oxide in children. *Journal of the American Medical Association*, 290(19), 2546-2547.
- Noël, E. & A. 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]. http://www.stc-congres.org/Congres_2003/Posters. Page consultée le 25/09/2006.
- Owen, M. K., Ensor, D. S., & L. E. Sparks. 1992. Airborne Particle Sizes and Sources Found in Indoor Air. *Atmospheric Environment*, 26, 2149-2162.
- Peto J., Hodgson J.T., Matthews F.E., Jones J.R. 1995. Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *The Lancet*, 345, 535-539.
- Pope, C.A., Burnett, R.T., Thun, M.J. 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.
- Remontet et al. 2003. *Evolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000* [En ligne]. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire. 218p. ISBN: 2-11-093268-6. http://www.invs.sante.fr/publications/2003/rapport_cancer_2003/index.html (Page consultée le 19/10/2006)
- Ropeik & Slovic. 2003. Risk Communication: A Neglected Tool in Protecting Public Health. *Risk in Perspective*, 11, 2.
- Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles. 2002. Mobilité Durable en Région Bruxelloise. Partie 2: Analyse des impacts sur l'environnement – Evaluation des externalités physiques et monétaires. Etude réalisée par le Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement, ULB. In *Site de la Politique scientifique fédérale* [En ligne]. <http://www.belspo.be/>. Page consultée le 11/09/2006.
- Schechter, A., Pavuk, M., Papke, O., Ryan, J.J., Birnbaum, L. & R. Rosen. 2003. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in U.S. mothers' milk. *Environmental Health Perspectives*, 111(14), 1723-1729.
- Sjodin, A., Jones, R.S., Focant, J.F., Lapeza, C., Wang, R.Y., McGahee, E.E., Zhang, Y., Turner, W.E., Slazyk, B., Needham, L.L. & DG Jr Patterson. 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.
- Smoke Free partnership, 2006. Lifting the smokescreen. 10 reasons for a smoke free Europe. In: *The Smoke Free Partnership website* [En ligne]. http://www.smokefreepartnership.eu/IMG/pdf/Lifting_the_smokescreen.pdf. Rapport téléchargé le 20/07/2006.
- Spix C., Anderson H.R., Schwartz J., Vigotti M.A., LeTertre A., Vonk J.M., Touloumi G., Balducci F., Piekarski T., Bacharova L., Tobias A., Ponka A., Katsouyanni K. 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.
- Steliarova-Foucher E, Stiller C, Kaatsch P, Berrino F, Coebergh JW, Lacour B and Parkin DM. 2004. Geographical patterns and time trends of cancer incidence and survival among children and adolescents in Europe since the 1970s (the ACCIS project): an epidemiological study. *Lancet*, 364, 2097-105.
- Swan, S.H., Elkin, E.P. & L. Fenster. 2000. The Question of Declining Sperm Density Revisited: An Analysis of 101 Studies Published 1934-1996. *Health Perspective*, 108, 961-966.
- Switzer, J.A., Rajasekharan, V.V., Boonsalee, S., Kulp, E.A. & Bohannon, E.W. 2006. Evidence that monochloramine disinfectant could lead to elevated Pb levels in drinking water. *Environmental Science & Technology*, 40 (10), 3384-3387.

USEPA. 2006. Health Effects of Ozone in the General Population. In *Site de l'Agence Américaine pour la Protection de l'Environnement*. [En ligne]. <http://www.epa.gov/cgi-bin/epaprintonly.cgi>. Page consultée le 8/09/2006.

Van Eycken, E. & N. De Wever. 2006. *Cancer Incidence and Survival in Flanders, 2000-2001*. Brussels: Flemish Cancer Registry Network, Vlaamse Liga tegen Kanker. 120 p. D/2006/9738/I.

Vanmarcke, H., Mol, H., Pridaen, J. & G. Eggermont. 2004. Exposure of the Belgian population to ionizing radiation. *11th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA 11): Madrid, Spain, 23-28 May 2004*. [En ligne]. <http://www.irpa11.com/> (page consultée le 21/09/2006).

van Schayck CP & HA Smit. 2005. The prevalence of asthma in children: a reversing trend. *The European Respiratory Journal*, 26(4), 647-650.

Vrijheid, M. 2000. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiological literature. *Environmental Health Perspectives*, 108, 101-112.

WHO, 2000. *Air Quality Guidelines*. Second edition. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO. 2004a. *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.

WHO. 2004b. *Guidelines for drinking water quality*. World Health Organization, Geneva.

WHO. 2004c. *Environment health indicators for Europe, a pilot indicator-based report*. Report n°E82938.

WHO. 2005. *Health effects of transport-related air pollution*. WHO Regional Office for Europe. Edited by M. Krzyzanowski, B. Kuna-Dibbert & J. Schneider. WHO Report E86650.

WHO. 2006a. *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.

WHO. 2006b. 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]. http://www.euro.who.int/HEN/Syntheses/short/20051128_1?language=French. Page consultée le 18/08/2006.

WHO. 2006c. Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2: Swimming pools and similar environments. In: *World Health Organization Website*. [En ligne]. http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/bathing2/en/. Rapport téléchargé le 25/09/2006.

Wichmann H.E. & R. Doll. 2005. Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *British Medical Journal*, 330, 223 – 227.