



Impact sur la santé des différents polluants : quels effets à court, moyen et long terme ?

**D. DOUMONT
F. LIBION**

***En collaboration et pour le cabinet
de la Ministre de l'Enfance,
de l'Aide à la Jeunesse et de la Santé***

**Janvier 2006
Réf. : 06-38**

Série de dossiers techniques



**Service Communautaire de Promotion de la Santé
avec le soutien de la Communauté française de Belgique**

TABLE DES MATIERES

Introduction	2
1. Généralités	3
2. L'environnement en général	10
2.1. L'air	10
2.2. Les eaux	17
2.3. Les sols contaminés / les décharges	18
2.4. Les polluants/contaminants chimiques	22
2.5. Les changements climatiques	24
3. L'habitat	26
3.1. Le bruit	26
3.2. Les moisissures	27
3.3. Le monoxyde de carbone	30
4. L'environnement de travail	30
4.1. L'amiante	33
4.2. Les moisissures	34
5. L'évaluation des facteurs environnementaux	35
6. Pistes et recommandations des auteurs	40
7. Conclusions	41
8. Liste d'associations/ sites ressources en santé environnementale	42
9. Bibliographie	44

Impact sur la santé des différents polluants : quels effets à court, moyen et long terme ?

Introduction

De nombreuses activités humaines, qu'elles soient industrielles, chimiques, agricoles, voire domestiques, sont responsables de dégradations de l'environnement (réchauffement de la planète, changements climatiques et perturbations des écosystèmes, diminution de la couche d'ozone, pollution des sols et des eaux mais également de l'air, etc.).

Ces « menaces environnementales » constituent un risque majeur pour la santé de l'homme (apparition et/ou recrudescence de pathologies diverses : maladies cancéreuses, maladies infectieuses, malformations congénitales, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, diminution de la qualité de vie et du bien-être, etc.).

Le cabinet de la Ministre de la Santé de la Communauté française de Belgique, fréquemment interpellé par des problèmes de santé environnementale et ce dans un certain nombre de domaines (décharges communales, surveillance sanitaire des riverains, pollution des sols, évaluation des pollutions intérieures dans les centres d'accueil de la petite enfance, contamination par le plomb, dégradation du bien être et de la qualité de vie, etc) sollicite l'Unité d'Education pour la Santé (UCL-RESO) afin de réaliser une revue de littérature centrée sur l'impact sanitaire des différents polluants dans les pays industrialisés.

Les recherches bibliographiques ont été menées sur différentes bases de données telles que Doctes (base de données partagées dans les domaines de la promotion de la santé et de l'éducation pour la santé), Medline (base de données bibliographiques produites par la National Library of Medicine et qui couvre tous les domaines biomédicaux) et Sciencedirect (base de données qui fournit les références d'articles provenant de périodiques de la collection Elsevier Science). Différents sites internet ont également été consultés.

¹ L'analyse des publications a été réalisée par I. Aujoulat, J. Berrewaerts, D. Doumont, D. Houeto, F. Libion, J. Pélicand, E. Vansteenbergh.

La date du document, son accessibilité, son degré de réponse et sa pertinence par rapport aux questions de recherche ont conditionné le choix des articles retenus. 24 documents ont été sélectionnés. Les mots clefs retenus sont santé environnementale, pollution, polluants, impact sanitaire, effets, évaluation, facteurs environnementaux.

Au vu de la diversité des polluants connus et de leurs nombreux effets sur la santé et suite à l'ampleur des données disponibles (publications, documents, etc.), il semble difficile et illusoire de vouloir faire le tour de la question dans le cadre d'un seul et unique dossier technique.

En effet, chaque type de pollution pourrait à lui seul faire l'objet d'un dossier, dossier qui n'aurait d'ailleurs pas la prétention d'être exhaustif !

1. Généralités

♦ A l'initiative de l'Organisation Mondiale de la Santé, l'autorité Fédérale, les Régions et les Communautés ont élaboré ensemble un **Plan National d'Action Environnement et Santé**² (National Environment and Health Action Plan – NEHAP). Les experts qui ont participé à l'élaboration du plan national belge dressent un aperçu des influences possibles (et des effets néfastes) des différents facteurs environnementaux sur la santé. Ils insistent toutefois sur le fait que *« l'influence réelle des différents polluants présents dans l'air, le sol, l'eau et l'alimentation sur le nombre des maladies ne pouvant être estimée avec un niveau suffisant de certitude, une approche qualitative plutôt que quantitative a été privilégiée... »* dans ce travail.

Dans ce plan, les experts décrivent **les différentes pathologies et l'influence des facteurs environnementaux** en fonction de l'ordre d'importance relative des causes de décès en Belgique (1995). Nous vous en proposons la synthèse suivante :

[Les maladies cardio-vasculaires](#) (première cause de mortalité en Belgique)

L'HTA, l'hypercholestérolémie et le tabagisme sont les principaux facteurs de risque identifiés dans les maladies cardiovasculaires. D'autres facteurs comme l'obésité, l'inactivité physique, une alimentation trop riche en graisses entrent également en interaction. Toutefois, il semble que les facteurs environnementaux ne jouent pas un rôle prépondérant dans l'apparition de maladies cardiovasculaires, à l'exception de l'exposition au monoxyde de carbone qui pourrait favoriser des arythmies cardiaques et l'aggravation de symptômes angineux. Une exposition excessive et prolongée au bruit auprès de personnes sensibles peut engendrer de l'HTA, des ischémies cardiaques (OMS-1999).

[Les cancers](#) (seconde cause de mortalité en Belgique)

Différents facteurs liés au mode de vie (alcool, tabac, alimentation), aux fonctions génétiques et hormonales peuvent favoriser l'apparition d'un cancer. Les facteurs environnementaux joueraient, d'après les experts, un rôle moins prépondérant que les facteurs repris ci-dessus mais ne doivent en aucun cas être négligés (surtout auprès de certaines populations et régions).

² Plan National d'Action Environnement Santé (NEHAP), 271 pages, in <http://www.ibgebim.be>

Trois sources de contamination majeure sont détaillées ci-dessous (via la consommation d'aliments, via l'air ou les radiations)

a) Les aliments

- *Les pesticides :*

Les principales voies d'ingestion des résidus de pesticides se font via l'alimentation et l'eau de boisson. Des études épidémiologiques se sont intéressées à l'association possible entre l'exposition aux pesticides et certains types de cancers (sarcome des tissus mous, cancer du poumon, cancer du cerveau, cancer du foie, cancer des voies urinaires, etc). Un lien direct n'aurait pu être établi que pour les pesticides à base d'arsenic et les néoplasmes pulmonaires.

- *Les PCB (polychlorobiphényles) :*

Les PCB sont des composés synthétiques qui se retrouvaient dans les fluides de transfert, les diluants organiques, les additifs pour peinture, les fluides pour condensateurs et transformateurs, etc. Interdits de fabrication depuis plus de 20 ans, ils sont toutefois encore fort présents dans l'environnement (dans l'eau et dans le sol → risque d'accumulation dans les aliments). Les études qui ont été réalisées (auprès de groupes de professionnels et de personnes exposées accidentellement) suggèrent l'existence d'une association entre l'exposition au PCB et l'apparition de cancer du foie sans pour autant en établir de façon formelle une relation causale.

- *Les dérivés chlorés :*

La chloration de l'eau pourrait donner lieu à la formation de composés halogénés avec effets cancérogènes possibles pour les personnes exposées tout le long de leur vie.

- *Les mycotoxines :*

Les mycotoxines sont des petits champignons microscopiques qui peuvent fabriquer des toxines naturelles sur certains types d'aliments. Parmi ces toxines, retenons l'aflatoxine B1, qui peut contaminer notamment les produits céréaliers comme le blé, l'orge, le maïs, le seigle mais également le riz, le sorgho, etc.

Certaines études réalisées en Afrique ont permis de rendre compte d'une augmentation de l'incidence du cancer primitif du foie chez l'homme et ceci en fonction du degré de contamination des aliments par l'aflatoxine.

b) L'air

- *Les pesticides :*

Les principales sources de pesticides « domestiques » se retrouvent dans les tapis et les moquettes, auprès de certains types de peintures et colles pour papier peint, dans les bois traités (charpentes, poutres, planchers, etc), dans les cuirs traités, dans les plaquettes insecticides et anti-mites mais également dans les diffuseurs et aérosols anti-insectes, dans les colliers anti-parasites. Enfin, notons que la dégradation de nombreux pesticides est moins lente dans les habitations qu'à l'extérieur de celles-ci.

- *Les HPA (hydrocarbures polycycliques aromatiques) :*

Ces composés organiques qui sont libérés surtout lors de la combustion incomplète d'énergie fossile sont également fort présents dans l'environnement (tissus animaux, tissus végétaux, sédiments, l'air, le sol, certaines sources aquatiques). Un risque accru de développer un cancer de la peau, du scrotum après exposition à la suie, au goudron, aux huiles minérales a été démontré par plusieurs études, de même que l'apparition de cancer du poumon après exposition au gaz de charbon et aux émissions de fours à coke.

- *Le tabagisme :*

Le tabagisme passif serait désormais retenu comme facteur favorisant l'apparition de cancers pulmonaires auprès de personnes non-fumeuses. L'augmentation du risque de développer un cancer pulmonaire pour le non-fumeur vivant à proximité d'un fumeur serait de l'ordre de 20 à 25 % (estimation réalisée sur base de 25 études épidémiologiques).

- *L'arsenic :*

L'inhalation de dérivés d'arsenic peut favoriser l'apparition d'un cancer pulmonaire tandis que son ingestion (pollution de l'eau alimentaire) peut entraîner l'apparition d'un cancer de la peau.

- *Le benzène :*

L'exposition la plus importante au benzène se produit dans les villes et l'air est la première source d'exposition (intérieur de véhicules motorisés, fumée de tabac, proximité de stations services et des endroits de stockage de produits pétroliers). Des leucémies ont été associées à une exposition professionnelle du benzène.

- *L'amiante :*

L'amiante, largement utilisée dans les constructions jusque dans les années 1980, provoque un cancer de la paroi gastrique et pulmonaire : le mésothéliome lié à l'inhalation des fibres d'asbeste. Toutefois, comme ce cancer a une période de latence de 30 à 60 ans, les experts estiment que ce cancer devrait atteindre un pic dans les années 2020 pour ensuite diminuer très progressivement.

c) Les radiations

- *Les radiations ionisantes :*

Une augmentation du nombre de cancers pulmonaires a été observée auprès de personnes exposées au radon (radon libéré par des roches contenant de l'uranium). Toutefois, de nouvelles études épidémiologiques ont révélé que l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments risque également de favoriser l'apparition d'un cancer pulmonaire.

Les radiations non ionisantes :

- Les UV du soleil et les sources de lumière artificielle : le lien entre les UV et l'apparition de cancers cutanés n'est plus à démontrer. L'incidence des cancers de la peau les plus courants augmente de 2 à 3 % chaque année. Le mélanome malin, quant à lui, entraîne un taux de mortalité élevé (30 à 50 %) et son incidence a fort augmenté également au cours de ces dernières années.
- Les champs électromagnétiques d'origine naturelle et humaine : la littérature existante à l'heure actuelle ne permet pas de conclure de façon formelle à des effets biologiques indésirables. Au vu de l'inquiétude de la population, des incertitudes et contradictions qui planent autour des risques éventuels liés à une telle exposition, d'autres études devront être envisagées afin d'apporter certains éclaircissements.

Les auteurs du Plan National d'action Environnement Santé (NEHAP) soulignent toutefois la difficulté réelle de pouvoir distinguer, en terme d'exposition, les cancers liés aux aliments, à l'air et/ou aux radiations.

Les maladies respiratoires

Les affections respiratoires constituent un groupe important de pathologies liées aux conditions atmosphériques de température et d'humidité (bronchite, emphysème, asthme). Le tabac et les pollutions (intérieures et extérieures des habitations) jouent un rôle prépondérant dans le développement de ces maladies. « *Le système respiratoire est l'organe cible par excellence des polluants* ». Des recherches ont permis d'établir que le niveau de pollution atmosphérique influence la fréquence des crises d'asthme.

- a) Les particules en suspension

Ces particules présentes dans l'atmosphère proviennent de la combustion de mazout, charbon et bois. L'exposition de longue durée à ces particules représente, selon les auteurs, le risque sanitaire le plus important de pollution par l'air ambiant. L'OMS estime que 102.000 à 368.000 décès de personnes âgées de 35 ans et plus, vivant dans des villes européennes sont imputables, chaque année, à une exposition prolongée de ces particules en suspension. Des études ont permis d'établir une causalité entre l'apparition de symptômes bronchiques chez les enfants, la diminution de la fonction pulmonaire chez les adultes et les enfants et des niveaux de pollution de l'air ambiant.

- b) L'oxyde d'azote (NO₂) (non développé dans ce dossier)

- c) Le dioxyde de soufre (SO₂) (non développé dans ce dossier)

- d) L'ozone troposphérique

L'exposition aiguë à de trop fortes concentrations d'ozone entraîne des diminutions de la capacité pulmonaire. Cette exposition provoque alors une réaction inflammatoire des voies aériennes basses. Les enfants semblent beaucoup plus affectés que les adultes (augmentation de la toux et irritations oculaires ont été observées chez les enfants, une diminution de la capacité respiratoire a été rencontrée à l'effort chez l'enfant et l'adulte, etc).

- e) Pollution à l'intérieur des bâtiments

- Des polluants comme le radon, l'amiante, le formaldéhyde sont présents, à des concentrations différentes toutefois, dans nos bâtiments et ils peuvent affecter le système pulmonaire. Une concentration accrue de ces contaminants est observée lorsqu'il y a de faible niveau d'aération.

- La combustion elle aussi, par manque de ventilation adéquate, peut entraîner de fortes concentrations de polluants gazeux et particulaires comme par exemple le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), des vapeurs d'eau, etc.

Les émanations de CO sont encore responsables en Belgique d'un trop grand nombre d'accidents, voire de décès.

- Les peintures, laques, vernis, colles, produits de nettoyage et/ou d'entretien, produits cosmétiques, etc sont également responsables de contaminations à l'intérieur des bâtiments.

- Les composés organiques volatils (COV) comme les solvants ne sont pas en reste (benzène, toluène, solvants chlorés, etc).

Ces différents contaminants peuvent provoquer des altérations de la fonction pulmonaire, une augmentation des symptômes de toux, une respiration sifflante, un

essoufflement, des infections respiratoires, une sensibilisation à certains allergènes, voire le développement de crises d'asthme.

Les allergies

Pour les auteurs du Plan National d'Action Environnement Santé, « *les maladies allergiques les plus répandues sont causées par une interaction entre des facteurs héréditaires et l'environnement. Le nombre de cas a pratiquement doublé tous les dix ans. En Europe, elles sont surtout fréquentes là où règnent un mode de vie occidental et des conditions socioéconomiques favorables* ».

Les allergènes les plus fréquemment rencontrés à l'intérieur des bâtiments proviennent essentiellement des plantes, des moisissures des animaux domestiques, des acariens.

- a) Les pollens

Les pollens se retrouvent dans les arbres (noisetiers, bouleaux, platanes, etc.) et dans les herbes (graminées, armoise, etc.).

- b) Les moisissures

Il s'agit de champignons microscopiques qui se développent sur différents substrats, présents dans les maisons, sous des conditions d'humidité et de chaleur. Les problèmes d'humidité sont souvent rencontrés dans des habitations présentant des défauts d'isolation ou des zones de condensation associés à une ventilation incorrecte.

- c) Les acariens

Les acariens qui se nourrissent de squames de peaux humaines ont besoin d'un environnement humide. Ils sont responsables de phénomènes allergiques et peuvent entraîner rhinite, asthme, eczéma.

- d) Les animaux domestiques, les nuisibles et les insectes rampants (non développé dans ce dossier)

Hypersensibilité non spécifique (non développé dans ce dossier)

Les perturbations du système endocrinien et du métabolisme (non développé dans ce dossier)

Les maladies infectieuses

Les auteurs citent le chiffre d'une estimation de un à deux millions et demi de belges qui auraient contracté en 2000 une gastro-entérite. Plus de la moitié de ces cas auraient été liés à une contamination microbienne alimentaire ou de l'eau de boisson. Pour l'OMS, l'on assiste ces dernières années à une recrudescence des toxi-infections alimentaires en Europe et cette augmentation serait liée notamment aux habitudes alimentaires, aux technologies modernes de conservation alimentaire (risque plus accru de recontamination des aliments pendant et/ou après le stockage), mauvaises conditions de réfrigération et de congélation, manipulation des aliments inadaptée, etc

- a) Liées à la contamination alimentaire

Les salmonelloses figurent parmi les toxi-infections alimentaires les plus importantes. Viennent ensuite les infections à *Campylobacter*.

b) Liées à la contamination de l'eau

L'eau de boisson est un autre facteur environnemental qui peut être responsable de maladies infectieuses lorsque l'eau est contaminée par des bactéries, des virus ou autres parasites. Certaines bactéries sont responsables de maladies diarrhéiques et systémiques (*Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Salomonella*, *Vibrio Cholerae*).

La légionellose est une maladie bactérienne sévère et aiguë accompagnée d'une pneumonie. La contamination peut se faire via les réseaux de distribution d'eau chaude, les tours de refroidissement pour climatisation, les aérosols, etc.

En ce qui concerne les eaux de baignade, des liens ont été établis entre la contamination par des eaux usées et l'apparition de symptômes au niveau des voies respiratoires et digestives.

- c) Liées aux changements climatiques

Les variations climatiques peuvent favoriser la recrudescence de maladies infectieuses (maladies diarrhéiques virales, bactériennes et protozoaires).

En effet, la malaria, la dengue, l'encéphalite à tiques, la maladie de Lyme sont des maladies transmises par vecteurs et qui sont présentes en Europe et dont l'incidence peut être influencée par des changements climatiques.

Les maladies véhiculées par l'eau peuvent également être influencées par certains changements climatiques (salinité de l'eau, niveau des mers et des océans, changement du nombre et des espèces végétales et animales, etc).

Enfin, une augmentation de la température peut favoriser la prolifération des bactéries, mouches et autres insectes et favoriser ainsi des intoxications alimentaires (toxi-infections alimentaires).

Les maladies neurologiques et effets mentaux

L'exposition au plomb reste un problème important en Belgique et dans plusieurs autres pays européens. En effet, elle peut entraîner des retards de développement mental chez l'enfant (réduction des scores de QI de l'ordre de 2-10 points en moyenne).

L'exposition à des niveaux élevés de plomb peut être due par la présence de plomb dans l'air (sources industrielles), la présence de plomb dans l'eau de distribution (canalisation en plomb), par d'anciennes peintures plombées, par les poussières et les sols contaminés.

Des effets neurologiques peuvent également être observés lorsque l'on est exposé à différents pesticides, au CO et au COV.

Les autres maladies et syndrome (non développés dans ce dossier technique mais sont téléchargeables sur le site suivant : <http://www.ibgebim.be>)

Elles concernent l'affaiblissement du système immunitaire, les anomalies congénitales et les effets sur la reproduction, les maladies rénales, les affections de la peau, le syndrome de stress post-traumatique, le syndrome des bâtiments malades, le syndrome de la sensibilité multiple, le syndrome de fatigue chronique, la dégradation du bien-être et de la qualité de vie, les nuisances sonores, les nuisances dues à la proximité des déchets, les nuisances lumineuses.

♦ Davies et Sadler (1997) (Canada) résument fort bien dans un tableau repris ci-dessous les différents aspects de la santé intégrés à l'évaluation environnementale.

Aspect	Caractéristiques
Agents dangereux	Agents microbiologiques : virus, bactérie Agents chimiques : métaux lourds et produits chimiques organiques
Facteurs environnementaux	Changements dans la qualité de l'eau, des aliments, de l'air, du terrain, du sol ou dans la capacité d'en disposer. Pratiques de gestion des déchets. Sécurité physique. Vecteurs de maladies.
Conditions d'exposition	Voie d'exposition humaine : aliments, air, eau, etc Exposition du public. Exposition professionnelle. Détermination des groupes à risque élevé.
Effets sur le santé physique	Mortalité Morbidity : maladies transmissibles ou non, effets aigus et chroniques. Blessures et accidents. Effets sur les futures générations. Effets sur les groupes à risque élevé. Exacerbation d'une maladie existante, par exemple l'asthme. Effets cumulatifs.
Effets sur les services de santé	Augmentation des besoins de services de santé Déplacement des services de santé traditionnels
Autres effets sur la santé	Répercussions sur le revenu, la situation socio-économique et l'emploi Répercussions sur les recettes municipales et les industries locales Déplacement des populations Répercussions sociales et collectives, notamment la culture et le mode de vie Incidences sur les services, par exemple l'éducation, les réseaux de soutien social Répercussions sur l'état psychologique, par exemple, le stress, l'anxiété, la nuisance, l'inconfort. Effets bénéfiques sur la santé.

Ces deux premiers documents (Plan National d'Action Environnement Santé (2004), article de Davies et Sadler (1997)) rendent compte de la complexité d'aborder les différents polluants. De surcroît, il ne s'agit pas toujours de « **polluant spécifique** » mais plutôt « **d'un ensemble de phénomènes géo-physico-chimiques** » qui vont **interagir entre eux et avoir des effets sur la santé**.

Nous poursuivons ce dossier par l'illustration de quelques cas/études réalisés.

Par souci de clarté dans la lecture, ce dossier est subdivisé en trois domaines/lieux où l'on retrouve un impact de différents polluants sur la santé :

- l'environnement en général,
- l'habitat,
- l'environnement de travail.

2. L'environnement en général

2.1. L'air

♦ En Belgique, la brochure « Moins d'ozone, plus d'air » (2002) éditée par les Services Fédéraux pour l'Environnement rappelle que le phénomène d'apparition de l'ozone survient par temps chaud et ensoleillé et est provoqué par la transformation des oxydes d'azote et les composés organiques volatils. C'est donc un problème purement estival qui s'aggrave par vent faible venant de l'est ou du sud.

Les sources les plus importantes d'oxyde d'azote en Belgique (1996) sont la circulation routière (53%), les installations de combustion industrielle et autres (21%), les centrales électriques (16%). (source : Celine)

Les sources les plus importantes de composés organiques volatils (dues aux activités humaines) sont la circulation routière (44%), l'utilisation de produits solvants volatils (24%), les processus de production industrielle (10%) et le raffinage et la distribution de combustibles fossiles (9%).

Bien que la circulation automobile soit la source principale d'émissions des précurseurs de l'ozone, les valeurs d'ozone sont inférieures dans les villes par rapport aux campagnes.

L'OMS souligne, qu'à long terme, l'ozone pourrait provoquer des problèmes respiratoires pour toute la population avec une estimation d'augmentation des allergies et des problèmes du système immunitaire.

A concentration élevée, l'ozone provoque des irritations des yeux, du nez, de la gorge, une diminution de la capacité pulmonaire, des inflammations et une hypersensibilité des voies respiratoires. Par exemple, une exposition à une concentration d'ozone supérieure à 120 microgrammes par mètre cube pendant 8 heures, peut entraîner temporairement une diminution considérable des fonctions pulmonaires. (valeur limite pour l'OMS)

Les concentrations élevées d'ozone sont surtout préjudiciables pour les personnes souffrant d'affections respiratoires et cardiaques, les personnes âgées et les jeunes enfants. Mais il arrive que des adultes en bonne santé soient également affectés, notamment en faisant des efforts violents en plein air. C'est pourquoi, il est recommandé aux personnes les plus vulnérables aux effets de l'ozone de rester à

l'intérieur des bâtiments lorsque des concentrations de/et supérieures à 180 microgr/m³ sont observées. Pour le reste de la population, il est également recommandé d'éviter tout effort physique en plein air, les jours de fortes concentrations car il n'existe pas de remède efficace contre l'ozone, le seul moyen de s'en protéger étant le respect de ces consignes.

En termes de mesure d'information de la population sur les taux de concentration d'ozone dans l'atmosphère, les instances politiques des pays européens ont opté pour différentes stratégies d'informations comme :

- En période estivale propice à la formation d'ozone :
 - o D'informer le public via les mass média des risques de santé liés à l'ozone et ce dès que le seuil 180 microgr/m³ est atteint (seuil choisi par les pays européens)
 - o De recommander à la population d'éviter tout effort physique en plein air, les jours de fortes concentrations.
 - o De mettre à disposition les informations sur les taux de concentration de l'ozone – y compris hors période estivale. En Belgique, depuis 1979, ces informations sont collectées par un réseau de contrôle propre aux 3 régions, relié à 30 stations mesurant et enregistrant en permanence la concentration en ozone. L'ensemble de ces informations est transmis à la cellule interrégionale de l'environnement.

Outre ces informations délivrées à la population, des mesures de prévention à moyen et long terme sont prises et/ou sont à prendre telles que :

- La mise en place d'une stratégie pouvant améliorer la qualité générale de l'air et diminuer ainsi les effets de l'ozone sur la santé de la population; par exemple l'adoption de mesures au niveau :
 - o De la circulation routière : promouvoir l'entretien rigoureux des véhicules, campagnes pour modifier les comportements des conducteurs, etc.
 - o Des entreprises : encourager les déplacements en vélo des travailleurs, limiter volontairement les émissions de dioxyde d'azote et composés organiques volatils, etc.
 - o Du public : publication de brochure pour apporter plus de clarification sur les causes du problème de l'ozone, ce qu'on peut faire pour l'éviter et sur les différents types d'ozone.
 - o Internationales : communications des taux d'ozone relevés au niveau mondial puisque les précurseurs et l'ozone sont produits également par tous les pays industrialisés.

Les modèles théoriques montrent que les émissions d'oxydes d'azote et des composés organiques volatils doivent diminuer de 60 à 70% (par rapport au niveau actuel) si l'on veut limiter le dépassement de la moyenne des 8 heures de 120 microgr/m³, à 20 jours au maximum par an.

Comment le grand public peut-il participer à la limitation de ces émissions ? Quels comportements adopter ?

Les exemples de modifications de comportements cités ci-dessous peuvent contribuer grandement à la diminution de formation d'ozone :

- circuler à pied, en vélo ou utiliser les transports publics

- choisir une voiture économique et respectueuse de l'environnement
- veiller à l'entretien régulier de sa voiture
- roulez calmement, éviter les accélérations brusques
- choisir des peintures à base aqueuse. Eviter l'emploi d'éther, de térébenthine et d'isopropanol
- choisir un chauffage économique à haut rendement
- faire contrôler et régler tous les ans l'installation de chauffage par un spécialiste agréé
- etc.

♦ L'étude d'O'Neill et al (2003) (Boston, USA) propose des théories et des hypothèses pour expliquer comment la pollution de l'air et les facteurs socioéconomiques peuvent interagir pour influencer la santé.

L'épidémiologie de la pollution de l'air a abordé plusieurs problèmes de santé : mortalité et morbidité, infections aiguës, cancer des poumons, déficit des fonctions pulmonaires, hospitalisation, maladies respiratoires chroniques, et anomalies reproductives (Brunekreef et Holgate, 2002).

Des associations ont également été observées entre la pollution de l'air et une espérance de vie réduite, une augmentation de la mortalité quotidienne, des admissions à l'hôpital, l'apparition de crises d'asthme.

Les polluants habituellement étudiés comprennent les particules et les gaz primaires et secondaires en suspension dans l'air, incluant l'ozone, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, et les oxydes de nitrogène. Le plomb n'est pas pris en compte dans cette étude.

Bien qu'on trouve certains résultats contradictoires, de manière générale des associations positives significatives entre la pollution de l'air et différents problèmes de santé ont été mises en évidence.

Les travaux d'O'Neill et al (2003) ont permis de mettre en évidence que les communautés pauvres et ouvrières sont souvent plus exposées à la pollution de l'air. Les auteurs proposent trois hypothèses pour expliquer les effets et l'interaction de la pollution de l'air et des conditions socioéconomiques sur la santé et le bien-être :

- a) Les groupes de population ayant une position socio-économique plus faible sont davantage exposés à la pollution de l'air
 - on observe des inégalités d'exposition liées par exemple au lieu d'habitation auprès de sites industriels, d'autoroutes, en milieux urbains, etc..
 - les particules fines sont distribuées plutôt de manière homogène sur de grandes superficies urbaines
 - les particules ultrafines peuvent avoir des concentrations élevées (venant du trafic) à proximité des routes. C'est le cas des polluants liés au diesel et des polluants gazeux liés au trafic (NO² et CO)
- b) Du fait que les groupes de population avec une position socio-économique plus faible ont déjà un statut de santé compromis à cause de privations matérielles et du stress psychosocial, ils sont plus sensibles aux effets de la pollution de l'air sur la santé
 - la susceptibilité a été classifiée en intégrant des facteurs intrinsèques (l'âge, le sexe, les gènes, l'ethnicité ou la race) et des facteurs « acquis » comme l'existence de maladies chroniques, l'accès aux

soins de santé, la nutrition, la forme physique, les expositions à d'autres polluants, et l'utilisation de drogue et d'alcool.

- ces populations, par exemple, consomment moins de fruits et légumes qui procurent des vitamines anti-oxydantes qui peuvent protéger des conséquences néfastes de l'exposition à la pollution de l'air.
 - ces groupes peuvent avoir moins accès aux médicaments qui peuvent alléger les symptômes aggravés par l'exposition à la pollution.
 - les caractéristiques du voisinage du lieu de vie peuvent affecter la sensibilité individuelle.
 - un autre mécanisme potentiel de sensibilité directement lié à la position sociale est la co-exposition à d'autres polluants, comme les polluants intérieurs.
 - le parc immobilier dans des communautés plus pauvres, avec un taux élevé de surpopulation, peut contenir des niveaux plus élevés de certains allergènes ainsi que d'autres facteurs de risque d'une sensibilisation ou d'une exacerbation allergique.
- c) Du fait de la combinaison d'une plus grande exposition et d'une plus grande sensibilité, ces groupes de population sont enclins à subir de plus grands effets sur leur santé de l'exposition à la pollution de l'air.
- Les diabétiques sont plus sensibles aux effets de la pollution de l'air sur leur santé que la population générale.
 - L'asthme est également « distribué » inégalement en fonction du niveau socio-économique. Dans certaines régions, la prévalence de l'asthme est plus élevée dans les quartiers pauvres plus enclins à souffrir de pollution intérieure et extérieure. Il est largement admis que l'asthme est aggravé par l'exposition à la pollution de l'air (Norris et al, 2000, cités par les auteurs).
 - A côté du diabète et de l'asthme, certains traits génétiques qui peuvent affecter la réponse à l'exposition à la pollution de l'air sont « distribués » différemment selon la race ou l'ethnicité.
 - Le comportement tabagique est inégalement « distribué » à travers les niveaux socioéconomiques
 - Ces 4 exemples montrent que certains traits, statut de santé et comportements qui influencent la sensibilité à la pollution atmosphérique se distribuent de manière inégale selon le niveau socioéconomique

Un faible niveau d'éducation semble être un indicateur particulièrement consistant de vulnérabilité dans les différentes études passées en revue par les auteurs.

Dans leurs recommandations, O'Neill et al (2003) attirent l'attention sur le fait que la plupart des standards de pollution atmosphérique ont pour but de réduire l'exposition moyenne sur de vastes territoires plutôt que de cibler les régions les plus exposées pour réduire et/ou atténuer l'exposition des populations à cette pollution atmosphérique. En d'autres termes, les actions à mettre et/ou mises en œuvre pour améliorer la qualité de l'air devraient avant tout toucher les communautés/personnes pauvres puisque ces populations sont les plus vulnérables à la pollution de l'air.

♦ La recherche de Ravault et al (2005) menée en France concerne les risques liés à l'exposition aux pollens allergisants. Ils étudient la relation à court terme entre les

variations journalières du nombre de cas de rhinite et/ou de conjonctivite allergique et les variations journalières des comptes polliniques.

En effet, les allergies dues aux pollens (pollinoses) touchent 10 à 15% de la population générale et la rhinite pollinique est en augmentation constante depuis plusieurs dizaines d'années, en particulier en milieu urbain.

Cliniquement, ces allergies se manifestent par une rhinite allergique ou « rhume des foins », rhinite très souvent associée à une conjonctivite allergique. Elle est également souvent associée à de l'asthme et elle peut se compliquer par des infections locales (sinusites en particulier).

Ravault et al ont étudié 11 pollens allergisants issus de plantes et les indicateurs de pollution atmosphérique tels que l'ozone, les fumées noires, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, les particules en suspension, le dioxyde d'azote et le monoxyde d'azote.

Les résultats de cette étude montrent que les associations entre le contenu pollinique de l'air et le risque de rhinite et conjonctivite allergique étaient, en règle générale, positives pour tous les pollens allergisants étudiés. Néanmoins, elles n'étaient statistiquement significatives de façon constante que pour le chêne, le bouleau, le frêne et le cyprès, et dans une moindre mesure, pour les graminées.

En termes de prévention, il est possible d'engager des actions visant à prévenir/limiter les crises durant la saison pollinique via une information du public ou des médecins, l'aménagement paysager en évitant la plantation des végétaux les plus allergisants (bouleau, cyprès, chêne, frêne, etc.).

L'objectif principal du programme de surveillance des pollinoses développé à l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) est la définition des seuils d'information et d'alerte, un des intérêts étant de pouvoir surveiller l'impact, en santé publique, des politiques d'aménagement paysager et de prévention des pollinoses.

♦ Bertrand et al (2005) (France) ont réalisé une revue de la littérature de l'impact de la pollution atmosphérique sur les personnes âgées de 65 ans et plus.

Les effets à court terme de cette pollution mis en évidence dans différentes études concernant :

- Le nombre d'admissions/hospitalisations pour problèmes respiratoires chez des personnes âgées de 65 ans et plus (étude de Schwartz J., 1995, cités par les auteurs) suite à l'exposition à 3 types de polluants atmosphériques (ozone, dioxyde de soufre, petites particules < à 10µm). Cette étude a été réalisée aux USA auprès des personnes âgées habitant dans 2 villes, l'une située dans le Connecticut sur la côte Est et l'autre située dans l'état de Washington (côte Ouest). Elle conclut qu'il y a une association très forte avec le nombre d'hospitalisation pour problèmes respiratoires et la concentration des 3 polluants.
- L'étude de Martins et al (2002, cités par les auteurs) réalisée à São Paulo (Brésil) montre également l'existence de liens forts entre pollution de l'air et augmentation du risque d'insuffisance respiratoire chez des personnes âgées, et surtout lorsque la pollution se présente sous une forme oxydante avec de

l'ozone et une forme acide avec le dioxyde de soufre. Par exemple, une augmentation de 11,8 µg/m³ de SO₂ est associée avec une augmentation de 18% des admissions dans un délai de 6 jours. Pour l'O₃, une augmentation de 35, 9µg/m³ est associée à une augmentation de 14% des admissions dans un délai de 4 jours. Cette étude montre qu'un faible niveau de pollution (en dessous des seuils de recommandations) (non précisé par Bertrand) peut provoquer des risques sanitaires non négligeables parmi ce public cible.

- L'étude de Chen Y et al (2004, cités par les auteurs) s'intéresse à l'influence d'une pollution particulaire de l'air faible sur les hospitalisations de personnes âgées atteintes de BPCO et vivants à Vancouver (Canada). Cette étude montre une association évidente entre pollution et hospitalisation pour aggravation de la BPCO mais sans que l'on puisse mettre en évidence le rôle propre des particules présentes dans l'air avec des effets combinés des autres polluants présents dans l'air.
- L'étude de Filleul et al (2004, cités par les auteurs) réalisée à Bordeaux (France) avait pour but de voir si les caractéristiques individuelles pouvaient modifier les effets de la pollution particulaire sur la mortalité chez les personnes âgées. Ce lien « pollution – caractéristiques individuelles » a été étudié en fonction du sexe, de l'âge, du tabagisme, de l'exposition professionnelle, de la mobilité (sortir ou rester dans sa maison) et des maladies associées (asthme, angor, dyspnée, diabète). Voici quelques exemples de résultats :
 - o augmentation plus marquée du risque de décès sur problèmes cardiorespiratoires après un délai de 3 jours entre les données de pollution et le décès.
 - o augmentation du risque de décès sur problèmes cardiorespiratoires chez les personnes âgées de > de 84 ans, les personnes vivant seules, les dyspnéiques, sur antécédents d'angor.
- L'étude de Filleul et al (2004, cités par les auteurs) met en évidence « *un effet significatif de la pollution particulaire sur la mortalité cardiorespiratoire des personnes âgées, et spécifiquement pour un délai de 3 jours entre le niveau de pollution et le décès. Les facteurs « personnels » impliqués sont l'âge, la situation familiale, le degré de mobilité de la personne et l'existence d'une pathologie cardiorespiratoire* »

Bertrand et al (2005) pointent la nécessité de distinguer « **effets à court terme (quelques jours) et les effets à long terme (quelques dizaines d'années) des variations de la qualité de notre environnement sur notre santé** ». Cette confusion est due au peu d'études qui estiment correctement les effets à long terme. Les effets à court terme sont par contre bien identifiés et probablement les auteurs des études citées ont tendance à extrapoler abusivement les effets à long terme.

♦ Les travaux réalisés dans le cadre d'un workshop par « The American Lung Association (2001), (Washington, USA) avaient pour but de faire partager les connaissances d'experts des effets sur la santé et sur les marqueurs biologiques de l'exposition à la pollution de l'air urbain.

Ces effets sont d'après l'American thoracic Society :

- Une surmortalité cardiorespiratoire

- Une augmentation du recours aux soins (hospitalisation, visites en urgence, visites médicales...)
- Des exacerbations asthmatiques (augmentation des visites, de l'utilisation médicamenteuse et diminution du peak flow)
- Une augmentation des pathologies respiratoires (infections, visites et épisodes aigus)
- Une augmentation des symptômes respiratoires
- Une diminution de la fonction pulmonaire (spirométrie, peak flow, résistance pulmonaire)
- Une augmentation de la sensibilité des voies pulmonaires
- Une inflammation pulmonaire
- Une altération des défenses immunitaires.

Des études ont été réalisées selon la répartition spatiale et temporelle (sources, composition et concentration) des gaz et particules au sein d'une même ville, pour évaluer les variations des effets de santé par la pollution de l'air ambiant. Mais il existe peu d'études comparatives entre la ville et la périphérie sur la distribution des effets de santé associés aux pollutions de l'air urbain.

Les publics les plus vulnérables sont les citoyens et notamment les populations urbaines minoritaires raciales ou ethniques, ainsi que les enfants à cause de la maturité et de la fonction pulmonaire non maximale à cet âge. De son côté, Bell et al (2002), (Baltimore, USA) incluent également les personnes âgées et les personnes ayant des prédispositions aux maladies respiratoires parmi le public vulnérable.

En ce qui concerne les populations minoritaires, certaines études (Gottlieb et al, 1995; Ray et al, 1998 ; cités par les auteurs) ont démontré des corrélations entre les hospitalisations pour asthme et un taux plus élevé de pauvreté ainsi qu'une plus grande proportion d'habitants «non blancs».

Une prédisposition à la vulnérabilité a été mise en évidence en cas de maladies pré-existantes, d'un accès insuffisant aux soins médicaux optimaux, d'une nutrition minimale, d'un stress socio-économique, d'expositions multiples aux autres polluants, notamment les bio-aérosols.

Ces travaux ont également permis de pointer des facteurs internes et environnementaux déterminant la « susceptibilité » dans les populations urbaines.

Par exemple :

- Les facteurs internes concernent la susceptibilité génétique, la diététique, l'état physiologique, le statut psychologique. D'autres facteurs font partie du développement normal d'un individu (âge, genre) mais sont influencés par le contexte social.
- Certains facteurs sociaux tels que vivre dans un quartier pauvre (définis par des caractéristiques sociales, économiques et géographiques) provoquent un taux excessif de mortalité et de morbidité lié aux maladies chroniques. Un autre facteur important est le manque de réseaux sociaux.

En répondant aux deux questions suivantes, « *Cet indicateur est-il lié à l'exposition de la personne ?* » et « *Le risque pour cet indicateur de santé est-il associé à une exposition différente selon la population ciblée et une autre population comparative ?* », les chercheurs ont identifié plusieurs autres facteurs comme :

- Une fenêtre d'âge de vulnérabilité pour les enfants et les nourrissons car ils sont plus sensibles que les adultes du fait de l'imaturité physiologique et la longue durée de vie à venir après l'exposition quand elle a lieu aussi jeune. Le faible poids de naissance est aussi un facteur de risque dans l'asthme et la naissance d'un bébé de petit poids est plus fréquente chez les mères issues d'un quartier pauvre situé en périphérie urbaine (lié lui même au statut psychosocial des mères)
- Le statut de santé : existence d'asthme, maladies chroniques obstructives pulmonaires, maladies cardiovasculaires
- Le rôle des facteurs génétiques
- Les différences liées au genre : les femmes sont plus vulnérables aux effets chroniques des polluants de l'air (tabagisme, caractéristiques comportementales, expositions liées aux activités, facteurs hormonaux,...)
- Les facteurs socioéconomiques : les personnes issues de communautés à faibles revenus et les expériences de stress sont liées à l'augmentation de la prévalence de l'asthme par exemple.

2.2. Les eaux

♦ Les études de Lapierre (2000) et de Slavcev (1998) (cités par Christin, 2000, Montréal, Canada) démontrent que les eaux de piscine, des pataugeoires et des bains « tourbillons » peuvent être responsables d'infections telles que des gastro-entérites, des folliculites, des otites et diverses infections virales comme une conjonctivite.

Dadswell (1996), Jernigan et al (1996), Kamihama et al (1997) (cités par Christin 2000) ont également mis en évidence l'impact de l'environnement immédiat des piscines via la transmission dans l'air d'agents pathogènes (*Légionella* sp) et par contact avec le sol (*Tinea pedis*, *Mycobacterium mainatum*)

Pour prévenir toute contamination, Christin (2000) (Montréal, Canada) insiste sur la nécessité de réaliser une désinfection correcte des eaux par l'utilisation de différents produits tels que le chlore, le dioxyde de chlore, le brome ou encore de combiner des techniques de désinfection comme les ultraviolets et le peroxyde d'hydrogène, etc.

Cet auteur précise également que certains parasites, par exemple comme le *Giardia*, sont très résistants au chlore et donc, en leur présence, la désinfection est inefficace. C'est pourquoi un programme de formation aux consignes de prévention de la contamination des eaux et des sols des piscines est indispensable pour tous les membres du personnel d'entretien des piscines.

Des actions d'information doivent également être menées d'une part, auprès du grand public afin qu'il adopte des comportements adéquats tels que se doucher, passer aux toilettes, etc. avant de nager et ainsi prévenir toute infection des eaux.

D'autre part, des propriétaires de piscine privée doivent aussi être informés sur l'utilisation correcte des produits de désinfection, sur leurs effets réels et les risques pour la santé liés à un mauvais entretien de la piscine.

2.3. Les sols contaminés / les décharges

♦ L'étude de Stephen et al (2005) (Cardiff, Pays de Galles) montre que la mise en zone de décharge de déchets dangereux et leur incinération contaminent l'atmosphère par des polluants chimiques et risquent de provoquer des effets toxiques sur la santé des habitants dans un périmètre de 3 km. Outre cette pollution de l'air, ces mises en décharge risquent aussi de contaminer les eaux souterraines et d'infiltration et, in fine, de toucher la population environnante.

Ces auteurs ont plus particulièrement mis en évidence les risques de santé qu'encourent les bébés nés de mères habitant à proximité de ces décharges. En effet, ces bébés souffriraient d'un risque plus élevé de malformations congénitales, comme des malformations de la sangle abdominale (abdominal wall defects), des anomalies chromosomiques, des malformations cardiaques. Cependant, même si cette étude montre effectivement un nombre plus élevé de malformations chez ces bébés, la relation causale ne peut être démontrée car Stephen et al (2005) précisent d'une part, qu'ils n'ont pas tenu compte de comportements de santé spécifiques de ces mères comme, par exemple, le fait de se savoir potentiellement plus vulnérable pourrait entraîner des dépistages plus systématiques de malformations dans ces zones à risque. D'autre part, ces auteurs n'ont pas mené de recherche sur les facteurs confondants tels que : le tabagisme de la mère, son alimentation, et ses autres habitudes de vie. Cependant, ils concluent qu'il y a de forte présomption de ces risques de malformations congénitales.

Afin de limiter les risques pour la santé des populations vivant près de décharges, des mesures telles que l'implantation de systèmes de surveillance et de contrôle d'émanations des gaz, la construction de sites spécifiques de mise en décharge pour produits dangereux, etc. sont mentionnés comme moyen pour limiter le risque des effets toxiques sur la santé.

Selon l'étude de Stephen et al (2005), le recours au système de contrôle d'émanation des gaz permettrait de limiter les risques de santé. En effet, il semblerait que le risque de malformations congénitales chez les bébés vivant à proximité de décharges ne progresse plus dans les zones où ces mesures ont été prises.

En revanche, le déplacement et l'acheminement de déchets dangereux vers des sites spécifiques de mise en décharge « containment units (ou cells) » aurait occasionné une augmentation de ce risque suite à la dissémination des toxiques dans l'atmosphère. Enfin, en termes de suivi au sein de la population concernée, ces auteurs suggèrent une prise en charge médicale des femmes enceintes vivant dans ces zones où des actes de dépistage spécifique (non précisés dans l'article) pourraient être réalisés plus systématiquement.

En ce qui concerne la mise en zone de décharge de déchets dangereux, Stephen et al (2005) recommandent d'une part, de poursuivre des études pour mieux caractériser et minimiser le risque d'exposition individuelle et plus précisément des femmes enceintes et d'autre part, de préconiser l'adoption de mesures de limitation des risques même s'ils soulignent qu'aucune conclusion claire ne peut être tirée de leur étude, dans la mesure où ils ne disposaient pas de données individuelles qui permettraient d'affirmer clairement des relations de cause à effet (1. décharge → augmentation du risque de malformations et 2. mesures de prévention → diminution du risque).

♦ En évoquant les risques liés à la qualité des sols, les auteurs du Plan National Santé Environnement français (Monas et al) (2004) distinguent d'une part les sols pollués par des activités industrielles et d'autre part les sols agricoles.

D'emblée, Monas et al évoquent le caractère relativement nouveau (vingtaine d'années) de la prise de conscience d'un risque sanitaire en présence de sols contaminés. Ils soulignent également la relative urbanisation à proximité d'anciens sites industriels et la parfois très large médiatisation de certains de ces sites.

Ils citent comme activités, potentiellement sources de contamination des sols, les activités portuaires, aéroportuaires et ferroviaires, les activités agricoles et horticoles, les bases militaires, l'extraction de minerais et l'industrie métallurgique, les cimenteries, les productions de charbon, l'industrie chimique et pétrochimique, les usines à gaz, etc.

Effets sur la santé

Jeannot et al (2001), cités par les auteurs, listent une série de contaminants possibles retrouvés dans les sols pollués.

Il peut s'agir de

- substances chimiques qui sont classées cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (arsenic, chrome, benzène, solvants chlorés, dioxines, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.)
- substances neurotoxiques (comme par exemple le plomb)
- substances aux effets sanitaires divers (notamment sur le système immunitaire, sur les fonctions rénales, etc.).

Pour près de la moitié des cas, les hydrocarbures sont les substances le plus fréquemment retrouvées dans les sols, viennent ensuite le plomb (20%), les hydrocarbures (20%), les solvants (15 %), le chrome (15%) et le zinc (15%).

Des études épidémiologiques, des campagnes de dépistage et un suivi sanitaire de la population sont réalisés quand un diagnostic initial a mis en évidence une contamination à l'extérieur d'un site ou lorsqu'un agrégat de cas pathologiques est suspecté à proximité d'un site. On peut constater deux grands types d'effets : les effets directs sur la santé et les impacts sur les eaux souterraines.

Les effets directs sur la santé peuvent être constatés auprès de la population proche d'un site qui subit une pollution du sol (soit par consommation d'aliments produits sur place, soit par exposition au sol).

On parlera d'exposition directe, par voie orale (ingestion de terres ou de poussières en suspension), par voie respiratoire (inhalation de gaz ou de poussières), par contact cutané.

L'exposition indirecte concerne par exemple la consommation de produits alimentaires contaminés (légumes, fruits, produits laitiers, etc.).

Les auteurs du rapport mentionnent également la notion « d'exposition chronique » aux risques liés aux sols pollués, exposition qui va dépendre notamment de la nature du polluant, des caractéristiques du site mis en cause et des « habitudes » de la population riveraine du site (potager, etc).

Certaines populations seront plus exposées que d'autres : les populations rurales et/ou ouvrières vivant à proximité d'un site (potager, existence de puits, etc.). Les jeunes enfants figurent également parmi les populations les plus vulnérables et ce de par leur grande « sensibilité biologique » mais également à cause de certains

comportements (ingestion de terres contaminées, contact plus fréquent avec le sol, etc.).

La politique nationale soutient trois types de mesures/actions de prévention.

1° La prévention afin que les sites toujours en activité n'entraînent pas de contamination des sols avoisinants (mise en place de dispositifs adaptés de surveillance).

2° Le traitement des sites reconnus comme pollués (en fonction de son impact et de l'usage auquel il est destiné : notamment prise en compte dans les plans d'aménagements du type de population bénéficiaire, comme par exemple pour la localisation d'établissement accueillant des enfants).

3° « Historiser » les sites pollués ou qui pourraient le devenir, de manière à ce que lorsque l'on projette un nouvel aménagement, il soit tenu compte des « antécédents » (passé industriel) de ce site et que toute nouvelle affectation soit précédée des études et des travaux nécessaires.

En ce qui concerne les sols agricoles, les auteurs rappellent le caractère hétérogène et complexe des sols et les dégradations qu'ils peuvent subir auront des effets moins directs, voire différés.

Ils décrivent trois types de dégradation :

- Physique (érosion, désertification, saturation en eau, tassement)
- Chimique (acidification, salinisation, contamination par des micropolluants comme par exemple les pesticides)
- Biologique (altération de la minéralisation de l'humus, atteintes à la biodiversité)

Ces mêmes auteurs insistent également sur le fait que si le risque sanitaire est majoritairement lié aux pollutions dites chimiques, il n'en reste pas moins que les « pratiques agricoles » ont également un rôle à jouer. L'utilisation largement répandue de pesticides (protection des plantes contre insectes, moisissures et autres champignons) mais également les pratiques d'épandage (fumiers, lisiers, fientes) et les apports d'engrais se sont parfois révélés dangereux pour la santé de l'homme. Certains pesticides utilisés se sont révélés toxiques, voire cancérogènes, et les apports d'azote (par le dépôt d'engrais) ont parfois produit des effets indésirables (apparition de micropolluants).

Effets sur la santé

Les risques sanitaires liés à l'utilisation de pesticides, engrais et autres résidus résultent la plupart du temps du transfert de ces « polluants » vers les cultures (résidus dans l'alimentation), vers les eaux souterraines ou vers les eaux de surface. Les auteurs recensent peu d'études épidémiologiques renseignant sur les effets des pesticides sur la population en général mais citent toutefois Baldi et al (1998) qui émettent l'hypothèse que l'exposition aux pesticides pourrait être la cause de l'augmentation du risque de cancers comme par exemple les lymphomes non hodgkiniens ou l'apparition de troubles de la reproduction ou de troubles neurologiques.

Quant au taux élevé de nitrates dans les eaux de consommation (épandages d'effluents d'élevage et engrais); il pourrait constituer un risque tout particulièrement pour les nourrissons et les femmes enceintes.

Le risque essentiel d'exposition de contaminants du sol passe donc par le biais principalement de l'alimentation et ensuite des eaux de boissons.

Une des premières actions à mener doit donc concerner l'amélioration des connaissances et de la qualité des sols et de son évolution.

« La France ne déroge pas au constat fait au niveau européen d'un manque ou d'une absence de structuration des connaissances et des données sur les sols agricoles ».

Les différents ministères qui ont en charge l'environnement et l'agriculture ont mis en place un dispositif de connaissance et de surveillance des sols agricoles qui comprend deux volets : d'une part la mise en place d'un réseau de mesure de la qualité des sols et d'autre part une banque de données des analyses de la terre.

(Extrait note d'orientation concernant les sols contaminés, les terrains en friche, Doumont D et Verstraeten K, UCL-RESO, décembre 2005).

♦ En ce qui concerne les déchets, trois types de déchets peuvent être envisagés : les déchets dits dangereux et qui représentent un danger spécifique pour la santé de l'homme et son environnement, les déchets inertes qui n'altèrent ni le sol, ni l'eau ni l'air et qui donc ne devraient entraîner aucun préjudice sanitaire ni menace environnementale et enfin les déchets non dangereux parce que ni dangereux ni inertes.

Les déchets peuvent être éliminés de différentes manières : par compostage, par incinération, par enfouissement. Toutefois, ces différentes techniques d'élimination de déchets ne sont pas sans effets ni risques sanitaires.

Par exemple, l'incinération par décomposition thermique des déchets à haute température libère en majorité du CO₂, de la vapeur d'eau et d'azote et d'autres gaz inertes. Mais d'autres particules sont également éliminées comme des COV (composés organiques volatils), des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), des composés organochlorés (dioxine par exemple), des métaux lourds (arsenic, chrome, plomb, etc.). (in <http://hec.tor-asbl.be/documentation/sol>)

♦ Pour Wissing et al (Belgique) (1997), les dioxines sont responsables de cancers du foie, de cancers au niveau du tube digestif, d'affections dermatologiques, de pathologies cardio-vasculaires, hépatiques et des glandes endocrines mais également de troubles du développement sexuel et de la reproduction. Selon Hens (1997), cités par les auteurs, l'incinération des déchets serait la première source de dioxines dans notre environnement et serait responsable des deux tiers des émissions de dioxines et substances apparentées en Flandres.

Pour Sharpe et al (1993) et Van Maeleghem et al (1996), cités par les auteurs, les dioxines pourraient être responsables ces dernières années de la diminution de la quantité et de la qualité des spermatozoïdes. La diminution de la qualité du sperme dans les pays industrialisés présenterait, selon les auteurs, une chronologie avec l'apparition de quantités significatives de dioxines ces dernières décennies.

L'endométriose, pathologie fréquemment rencontrée, est responsable de douleurs abdominales mais est surtout mise en cause en cas d'infertilité. Le Professeur Donnez (UCL) a réalisé une étude auprès de 600 patientes qui lui a permis de constater d'une part une augmentation de l'incidence de cette maladie et d'autre part que de nouveaux cas d'endométriose sont fréquents pour les patientes habitant autour de sites de pollution comme par exemple les incinérateurs de déchets.

Enfin, l'exposition de très jeunes enfants (grossesse et allaitement maternel) peut entraîner une perturbation des hormones thyroïdiennes et du développement psycho-moteur.

En ce qui concerne la contamination par le lait maternel, Wissing et al (1997) rendent compte des observations de l'OMS qui révèle que « *le lait maternel en Belgique a la plus haute teneur en dioxines et substances apparentées* ».

2.4. Les polluants/contaminants chimiques

♦ L'étude de Kouassi et al (2001) (Québec) envisage les contaminants chimiques présents dans l'environnement général et met en évidence les effets de toxicité de ces produits sur le système immunitaire de l'individu. Par exemple, plusieurs composés organochlorés possèdent des propriétés immunosuppressives qui se manifestent par une forte diminution de la résistance vis-à-vis des infections bactériennes et virales chez les être humains.

Ces auteurs définissent l'immunotoxicité comme un « *ensemble des effets délétères provoqués par un xénobiotique ou par tout autre constituant biologique ou physique de l'environnement sur le système immunitaire à la suite d'une exposition professionnelle, environnementale ou thérapeutique.* »

Kouassi et al (2001) signalent que des recherches sur l'immunotoxicologie sont encore trop peu nombreuses pour permettre de démontrer, avec toute la rigueur scientifique, l'impact d'une exposition à des polluants sur le système immunitaire de l'homme. Cependant, il existe de forte présomption de cet impact avec pour conséquence une augmentation de l'incidence des infections, des allergies et des cancers.

♦ La recherche réalisée au Québec par Schnebelen (2000) porte sur l'utilisation du chlore pour la désinfection des eaux de piscine et les effets sur la santé suite à une exposition accidentelle au chlore gazeux. Lors de telles expositions, les symptômes sont l'irritation des muqueuses, la toux, l'essoufflement à l'effort et au repos, la suffocation, des nausées, des migraines, des vomissements et des problèmes pulmonaires graves en cas d'exposition prolongée.

En terme de prévention, le Québec a établi divers règlements sur par exemple, la concentration de différents contaminants dans l'air ambiant et dans les eaux, la ventilation des locaux, l'existence d'un plan d'évacuation des locaux en cas d'incident, etc. Schnebelen (2000) attire l'attention sur le fait que ces règlements québécois sont à revoir et qu'il serait nécessaire d'y inclure des directives sur par exemple :

- Une formation des responsables et des agents préposés à l'entretien des piscines tant sur les aspects techniques que sur les consignes de stockage et de sécurité de manipulation de ces produits de désinfection.
- Favoriser l'utilisation de matériels de désinfection moins corrosifs comme l'ionisation
- L'importance de la participation des municipalités à toute action de prévention

- Impliquer les firmes qui fournissent ces produits afin qu'elles réalisent et mettent à disposition des utilisateurs une fiche signalétique par produit comprenant des informations sur la composition chimique, les conditions d'entreposage et de manipulation, etc.
- Avoir une assistance téléphonique 24/24h.

♦ L'étude d'Auger (2000) (Québec) envisage la polytoxikosensibilité de personnes aux agents chimiques.

Depuis les années 1990, des patients se plaignent d'un ensemble de symptômes de type neuropsychologique dans un premier temps (problèmes de mémoire et de concentration, irritabilité, désorientation, angoisse, vertige, trouble de la vision, ..) . Dans un deuxième temps, ce sont des manifestations de fatigue plus ou moins importantes, puis, apparaissent très souvent des problèmes d'irritation des voies respiratoires supérieures et inférieures, de l'essoufflement, de la toux, des problèmes digestifs, cutanés, cardiaques. Par la suite, le patient développe une intolérance à des odeurs fortes, au bruit, à certains aliments, au café, aux médicaments, à l'alcool. Ces symptômes apparaissent souvent suite à une exposition aiguë ou chronique à des produits chimiques, à un stress intense, suite à un accident, etc.

Auger (2000) illustre le problème par quelques données épidémiologiques de la polytoxikosensibilité (= intolérance multiple aux produits chimiques) :

- Une enquête faite en Californie (date enquête non mentionnée par l'auteur) auprès de 4.046 ménages montre que 16% des personnes interrogées déclarent ressentir des sensations désagréables au contact de produits chimiques usuels. Pour 6,3% d'entre elles, le médecin aurait suggéré un lien avec l'utilisation de ces produits. Ashford et al (1996) cité par l'auteur, confirment que l'on retrouve ce type de patients tant aux USA que dans les pays européens.
- Le rapport Thompsen (cité par l'auteur) estime que 2 à 10% de la population souffre d'hyperréactivité à des produits chimiques

Selon Auger, il n'y a toujours pas de consensus pour une définition de ce symptôme d'intolérance.

Les critères de définition proposés sont :

Les critères de Cullens :

- A) Exposition environnementale documentée
- B) Concerne plus d'un organe
- C) Symptômes apparaissent ou disparaissent selon des stimuli qui peuvent être prédits
- D) Action de substances de classes différentes
- E) Possibilité de démontrer une réaction à une faible exposition
- F) Exposition très faible (i.e. sous les normes bien que mesurables)
- G) Tests physiologiques normaux
- Critères du National Academy of Sciences :
 - Corresponds aux 6 premiers critères de Cullens
 - Peut inclure la présence d'autres maladies comme l'asthme, la dépression, etc. Dans la définition de Cullens, la présence de maladies reconnues est exclue

- Critères de Nethercott
 - o A) Reproductibilité des symptômes
 - o B) Maladie chronique
 - o C) Faible exposition
 - o D) Disparition des symptômes lors de l'arrêt de l'exposition
 - o E) Substances de classes différentes

Le symptôme d'intolérance aux produits chimiques est expliqué par plusieurs hypothèses médicales telles que :

- Plusieurs déficiences du système immunitaire mais pas de confirmation
- Chimiques : déficiences vitaminiques, manque de magnésium et sélénium, troubles du métabolisme des acides gras, ...
- Perte de tolérance et mauvaise adaptation aux produits chimiques, ce qui se traduit par des symptômes déjà décrits plus haut (irritabilité, angoisse, fatigue, etc)
- Etc.

2.5. Les changements climatiques

♦ Selon Fortin (2001) (Canada), l'Organisation Mondiale pour la Santé et Santé Canada ont identifié **huit catégories d'effets sur la santé** induit par les changements climatiques :

- la morbidité et la mortalité liées à la température ;
- les effets de conditions météorologiques extrêmes ;
- les effets liés à la pollution atmosphérique ;
- la contamination de l'eau et la nourriture ;
- les maladies infectieuses à transmission vectorielle ;
- l'exposition accrue au rayonnement ultraviolet due à l'appauvrissement de la couche d'ozone ;
- les populations particulièrement vulnérables ;
- les impacts socio-économiques sur la santé et le bien-être des populations.

Quatre effets ont été retenus : la qualité de l'air, les maladies infectieuses à transmission vectorielle, la contamination de l'eau et la nourriture et les groupes vulnérables.

Incidences appréhendées du changement climatique sur la santé des canadiens

Préoccupation pour la santé	Exemples de point névralgique pour la santé
Morbidité et mortalité liées à la température	<ul style="list-style-type: none"> -Maladies liées au chaud et au froid -Maladies respiratoires et cardio-vasculaires - Risques accrus pour les travailleurs
Effets de conditions météorologiques extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> -Dommages causés aux infrastructures de santé -Traumatisme et maladie -Stress social et psychologique dû aux sinistres -Dangers pour la santé des travailleurs -Déplacement de la population
Effets liés à la pollution atmosphérique	<ul style="list-style-type: none"> -Asthmes et autres affections respiratoires -Crises cardiaques, maladies cardio-vasculaires -Cancer
Contamination de l'eau et la nourriture	<ul style="list-style-type: none"> -Infections dues à des micro-organismes entéropathogènes
Maladies infectieuses à transmission vectorielle	<ul style="list-style-type: none"> -Nouveau profil de maladies causées par des bactéries, virus et autres agents pathogènes
Appauvrissement de la couche d'ozone	<ul style="list-style-type: none"> -Lésions cutanées et cancer de la peau -Cataractes -Affaiblissements des défenses immunitaires
Impacts socio-économiques sur la santé	<ul style="list-style-type: none"> -Déterminants modifiés de la santé -Risques pour les économies locales -Fardeau général de la maladie

Toujours selon Fortin (2001) (Canada), les enfants, les personnes âgées, les personnes à faible revenu et les personnes qui vivent en marge de la société, les

personnes ayant des problèmes cardio-vasculaires ou respiratoires constituent des groupes de population particulièrement vulnérables. Les immigrants du fait qu'ils ne maîtrisent pas les langues officielles fréquentent sans doute moins souvent les intervenants et donc de ce fait constituent également un groupe vulnérable.

Selon David Butler-Jones, président de l'Association canadienne de santé publique, la réponse aux défis liés aux changements climatiques passe par l'accroissement de la surveillance, des programmes d'immunisation et de prévention ainsi que la promotion de la santé.

Les responsables estiment qu'il est urgent de porter attention sur les mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Les recommandations des auteurs sont les suivantes :

- Sensibiliser l'opinion publique sans l'alarmer. Pour Sandor Derick de la Fédération canadienne des municipalités, le terme de « changements climatiques » est trop abstrait pour faire passer un message auprès de la population. Il faut mettre l'accent sur des dimensions concrètes comme parler de l'impact sur la santé, sur le développement social ou sur l'économie.
- Sensibiliser les intervenants et les analystes en politiques de santé et de services sociaux sur les impacts du changement climatique sur la santé.
- Formation des professionnels de la santé sur les thèmes du dépistage et du diagnostic des maladies à transmission vectorielle et celles liées à la qualité de l'air. L'objectif serait d'augmenter leur capacité de dépistage.
- Créer une collaboration soutenue entre les différents paliers de gouvernement et les organismes non-gouvernementaux pour élaborer des mesures d'adaptation. A ce niveau, les communes ont un rôle clé à jouer.
- Favoriser la création de réseaux multidisciplinaires.
- Favoriser l'intégration des enjeux liés aux impacts du changement climatique sur la santé dans les programmes et les politiques de santé publique.
- Définir des stratégies d'actions concernant les changements climatiques et la santé.

3. L'habitat

3.1. Le bruit

♦ En Belgique, l'enquête de santé réalisée en 2001 par l'Institut Scientifique de la Santé (2002) a mis en évidence qu'un ménage sur cinq (20%) exprime avoir été gêné, à domicile, par des facteurs d'environnement (bruit, odeurs, humidité, ..) au cours de l'année 2000.

Pour les auteurs de cette enquête, le bruit est défini par la perception « *d'un son qui dérange et que plus un son est puissant, plus il est généralement ressenti comme un bruit.* »

En ce qui concerne le bruit, 11% des ménages déclarent que leur lieu d'habitation est bruyant. Pour 30% des ménages, leur lieu de résidence est peu bruyant et pour 60% des ménages belges, leur lieu de domicile n'est pas du tout bruyant.

Au sein des ménages qui trouvent que leur lieu de résidence est peu et/ou bruyant, 75% d'entre eux se disent agacés ou irrités par le bruit et 58% déclarent que le bruit altère la qualité de leur sommeil. Enfin, 16% de ces ménages déclarent que le bruit dérange, et/ou cause des perturbations au niveau de la communication

Les effets néfastes du bruit sur la santé peuvent être nombreux allant du trouble du sommeil, des risques de déficit auditif, des perturbations sur le fonctionnement des centres nerveux, des palpitations cardiaques, à une augmentation de la tension artérielle. Enfin, le bruit perturbe la communication, limite les performances et la productivité du personnel d'entreprises.

Parmi les sources de bruits dérangeantes, cette enquête belge révèle que :

- 21% des ménages se plaignent du bruit provenant du trafic routier,
- Pour 14% des ménages ce sont des vibrations causées par les trains, les véhicules, les avions ou encore par les industries proches du domicile
- Pour 13% des ménages, les bruits dérangeants proviennent du voisinage (chiens, cris d'enfants, ...)
- 10% se plaignent des mauvaises odeurs provenant d'industries proches du lieu de résidence.

Enfin, cette enquête montre :

- Que ce sont les répondants âgés de 15 à 34 ans (24%) qui se plaignent le plus de ces nuisances sonores, puis les personnes âgées de 45 à 54 ans (23%) et enfin les personnes âgées de 75 ans et plus (15%).
- Qu'il n'y a pas de différence statistique en fonction du niveau d'instruction et du sexe.
- Que la ville de Bruxelles est perçue par 20% des ménages comme lieu de résidence bruyant. (NB : ce pourcentage semble être plus élevé que pour les autres zones urbaines (15%) ou semi-urbaine (10%)

Parmi les personnes qui trouvent leur lieu d'habitation bruyant, 36% pensent déménager et 36% disent adopter des comportements tels que fermer les fenêtres, s'isoler dans un local calme, sensibiliser les politiciens,... . Pour 16% de ces personnes, un recours au médicament est nécessaire pour trouver le sommeil.

3.2. Les moisissures

♦ L'étude d'Halewyn et al (2003) réalisée au Québec s'intéresse aux moisissures que l'on retrouve le plus souvent dans les habitations comme le *Cladosporium*, l'*Aspergillus*, le *Penicillium*, l'*Alternaria*.

Pour les auteurs, les moisissures « ...sont des champignons microscopiques ubiquistes qui regroupent des milliers d'espèces. Ces champignons produisent des spores qui sont invisibles à l'œil nu et qui peuvent se retrouver chez la plupart des espèces, en suspension dans l'air. Les moisissures peuvent également élaborer des

substances chimiques susceptibles soit de demeurer à l'intérieur des spores, soit d'être libérées dans les matériaux qu'elles colonisent ou soit encore, d'être libérées dans l'air ambiant »

L'exposition aux moisissures risque de toucher tous les occupants d'une habitation contaminée et cette exposition est d'autant plus importante si la demeure est peu ou mal ventilée. Les moisissures sont responsables de symptômes respiratoires, d'irritations et d'allergies. Toutefois les auteurs stipulent d'une part, que d'autres contaminants, d'origine biologique ou chimique, peuvent entraîner les mêmes effets que les moisissures et d'autre part, que tous les individus exposés aux moisissures ne développent pas nécessairement de symptômes.

Plusieurs composantes fongiques sont susceptibles d'entraîner des effets sur la santé. Par exemple :

- Des composés organiques volatiles, responsables des odeurs de moisissures, ont des effets irritants comme par exemple l'irritation des yeux, du nez et de la gorge.
- Les glucanes, sucres complexes présents dans la membrane cellulaire de la majorité des moisissures, ont des effets immunogènes et de stimulation de la fonction des macrophages et des neutrophiles. Ces glucanes pourraient être impliqués d'une part, dans le processus inflammatoire lié à la pneumonite d'hypersensibilité en déclenchant la production d'IgG spécifique et d'autre part, être également liés à l'apparition du syndrome toxique associé à l'exposition aux poussières organiques : ODTS ou organic dust toxic syndrome. Les glucanes provoquent des *réactions immunologiques et des effets toxiques* (ODTS).
- Les mycotoxines contenues dans les spores ou fragments mycéliens, ou absorbées par les poussières, etc. pénètrent l'arbre bronchique. Elles peuvent être impliquées dans l'apparition d'un ODTS, qui se caractérise par un brusque accès de fièvre avec présence de symptômes s'apparentant à ceux d'une grippe et de problèmes respiratoires survenant dans les heures suivant une unique et forte exposition. Les mycotoxines ont des effets toxiques pour la santé.

En plus des effets cités précédemment à propos des 3 composants organiques, environ 60 espèces de moisissures ont été répertoriées comme allergènes (production d'anticorps spécifiques de type IgG ainsi qu'une réponse d'immunité cellulaire, selon un mécanisme d'hypersensibilité). Les maladies de type allergique associées à l'exposition aux moisissures découlent de réactions immunologiques et sont responsables des rhinites allergiques, d'asthme.

L'apparition d'effets sur la santé nécessite un contact direct. Par ordre de fréquence : inhalation, contact cutané, ingestion (rare).

Certains groupes d'individus sont plus vulnérables : les individus atopiques, les personnes souffrant de certaines maladies (fibrose kystique, leucémie), les personnes asthmatiques ou souffrant de maladies pulmonaires obstructives chroniques, les nourrissons et jeunes enfants, les personnes âgées, les personnes immunodéprimées.

Des cas d'hémorragie pulmonaire survenant chez de jeunes enfants ont été rapportés comme possible effet toxique des moisissures.

D'autres possibles effets toxiques rapportés sont:

- Des effets neuropsychologiques tels que difficultés de concentration, fatigue mentale extrême, irritabilité, maux de tête, etc.
- Des effets systémiques identifiés : modification des lymphocytes, fièvre et douleurs articulaires, symptômes gastro-intestinaux.

Enfin, les moisissures ont également des *effets infectieux*, comme par exemple l'aspergillose invasive ou l'aspergillose nosocomiale survenant en milieu hospitalier.

En bref, les moisissures sont responsables de réactions immunologiques et d'effets irritants, toxiques et infectieux sur l'organisme de l'homme.

Halewyn et al proposent un récapitulatif des principaux effets sur la santé associés aux moisissures en milieu intérieur. (cfr tableau ci-dessous).

Tableau 1 : Principaux effets sur la santé associés aux moisissures en milieu intérieur

CATÉGORIE D'EFFETS À LA SANTÉ	SOUS-CATÉGORIE	MALADIES/SYMPTÔMES	PRINCIPAUX AGENTS CAUSALS CONNUS OU SOUPÇONNÉS
<i>Irritatifs</i>		Irritation des muqueuses (yeux, nez, gorge), congestion nasale, voix rauque ; symptômes s'apparentant à des rhumes à répétition	Action mécanique, mycotoxines, glucanes, COV
<i>Immunologiques</i>	Allergique	Rhinite allergique, conjonctivite, dermatite	La plupart des espèces de moisissures
	Allergique	Asthme allergique	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i>
	Allergique	Aspergillose allergique	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	Allergique	Sinusite allergique	<i>Aspergillus</i> , <i>Epicoccum</i> , <i>Curvularia</i> , <i>Alternaria</i>
	Immunogène (hypersensibilité)	Pneumonite d'hypersensibilité ou alvéolite allergique extrinsèque (reconnue surtout en milieu de travail)	Poussières organiques ou aérosols contenant <i>Aspergillus</i> , <i>Cephalosporium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Acremonium</i>
	Immunosuppresseur	Infections à répétition	Mycotoxines, glucanes
<i>Toxiques</i>	Effets immédiats aigus, suivant une forte exposition	Syndrome toxique associé aux poussières organiques (ODTS)	Bon nombre de moisissures dont : <i>Acremonium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> ^b , <i>Chaetomium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Eurotium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Stachybotrys</i> ^b , <i>Trichoderma</i>
	Effets à plus long terme, expositions répétées (mycotoxicoses)	<i>Généraux</i> : fatigue chronique, maux de tête <i>Systémiques</i> : effets neuro-comportementaux, cognitifs, douleurs articulaires, symptômes gastro-intestinaux, etc.	Mycotoxines
<i>Infectieux</i> ^a		Aspergillose (rarement autres mycoses), chez personnes sévèrement immunodéprimées	<i>Aspergillus (fumigatus, flavus, spp.)</i>

^a Chez les personnes immunodéprimées ou débilisées (affaiblies).

^b *A. versicolor* et *S. chartarum* possèdent un potentiel toxique élevé à la suite d'une exposition par inhalation ; *A. flavus* est considéré à potentiel toxique élevé à la suite d'une exposition par ingestion (et possiblement par inhalation); *A. fumigatus* possède un potentiel infectieux et toxique élevés par inhalation chez les personnes débilisées.

3.3. Le monoxyde de carbone

♦ L'étude réalisée à Montréal par Muecke et al (2004) concerne le monoxyde de carbone (CO) appréhendé comme l'agent chimique impliqué dans de nombreuses intoxications aiguës accidentelles.

La particularité du CO est d'être un gaz incolore, inodore, non irritant et surtout toxique. Il se fixe au niveau de l'hémoglobine et diminue la capacité du sang à transporter l'oxygène et les effets sur la santé sont liés à la diminution de la disponibilité d'oxygène pour les tissus et les organes vitaux, ce qui provoque des arythmies et une ischémie cardiaque, des lésions cérébrales et le décès. Une exposition à 1000 ppm de monoxyde de carbone durant quelques heures peut entraîner le décès car cela correspond à une HbCO d'environ 60 %

La symptomatologie présente des similitudes avec celle de la grippe, d'une intoxication alimentaire ou de migraine: maux de tête, étourdissements, nausées, vomissements, faiblesse, fatigue, confusion, changements dans la vision et moins fréquemment douleurs thoraciques, pertes de conscience et convulsions.

Il y a très peu de données scientifiques concernant l'intoxication des enfants au monoxyde de carbone, même si les enfants en sont souvent victimes. On relève pourtant des différences importantes entre le portrait d'une intoxication chez les enfants et chez les adultes. Certains enfants peuvent être asymptomatiques. C'est pourquoi, les auteurs recommandent que dans toutes les situations associées à ce genre d'événements, les enfants doivent être évalués médicalement même s'il y a absence de symptomatologie. Les professionnels de santé doivent être vigilants face aux enfants car les risques de lésions neurologiques sont importants.

Muecke et al (2004) insistent aussi sur la prise en compte de l'histoire environnementale – surtout en hiver - car l'intoxication au monoxyde de carbone est plus fréquente à cette période de l'année - tant chez les enfants que chez les adultes - vu la confusion possible avec des symptômes d'allure grippale.

La prévention passe par l'installation d'un avertisseur de CO dans les résidences mais aussi par l'entretien correct des conduits de cheminée, des appareils de chauffage au gaz et par l'aération des locaux

En cas d'intoxication dans une maison, il est indispensable d'évacuer les occupants vers l'hôpital le plus proche et de ventiler le bâtiment.

4. L'environnement de travail

♦ Selon Monas et al (2004) (France), « *Les risques de l'environnement de travail sont multiples et l'exposition des travailleurs est souvent caractérisée par la combinaison de plusieurs d'entre eux. Certaines catégories de population y présentent une plus grande vulnérabilité (jeunes, travailleurs vieillissants, femmes enceintes, travailleurs intérimaires ou précaires)* ». « *Il faut d'autre part noter que l'exposition aux risques physiques, biologiques ou chimiques des salariés manipulant divers produits ne dépend pas que des résultats de mesurages effectués dans les milieux de travail. Le contenu et les formes d'organisation de travail jouent également un rôle*

déterminant ». « Ceci a pour conséquence la nécessité d'envisager que toute recherche concernant les effets des nuisances de l'environnement professionnel sur les salariés ne porte pas uniquement sur les mécanismes pathogènes, à travers des modèles toxicologiques ou physiques, mais qu'elle prenne en compte la compréhension des dimensions socio-organisationnelles du travail, des savoir-faire des salariés, des différentes contraintes qui déterminent leurs stratégies face au risque et à la prévention ».

Les auteurs distinguent les nuisances liées au bruit en milieu de travail, les nuisances liées aux vibrations mécaniques en milieu de travail, les nuisances liées aux rayonnements ionisants en milieu de travail, les nuisances liées aux rayonnements non ionisants (champs électromagnétiques en milieu de travail, rayonnements optiques en milieu de travail, laser en milieu de travail), les risques liés aux particules minérales naturelles et artificielles (l'amiante en milieu de travail), les risques biologiques en milieu de travail et les risques liés aux substances chimiques en milieu de travail.

Le bruit est considéré comme l'une des nuisances les plus fréquentes sur les lieux de travail. Il peut être responsable de surdité partielle ou totale, dépend du niveau sonore d'exposition et de sa fréquence et durée. Le stress lié au bruit peut induire différentes réactions comme des troubles cardio-vasculaires, une accélération du rythme respiratoire, une perturbation du système digestif ou du système immunitaire, etc. Des perturbations du sommeil peuvent également survenir.

Les vibrations mécaniques surviennent essentiellement lors de l'utilisation d'outils, de machines ou d'engins de transport. Elles peuvent être responsables de troubles musculo-squelettiques. Ces vibrations mécaniques sont fréquemment associées aux vibrations sonores mais également à des contraintes posturales. En ce qui concerne les atteintes ostéo-articulaires du rachis, on rencontre donc essentiellement des dorsalgies, des cervicalgies, des lombalgies, des compressions du nerf sciatique. Les lésions ostéoarticulaires des membres supérieurs concernent le coude (arthrose) et les os du carpe (nécroses osseuses)

Quant aux atteintes neuro-vasculaires des mains, elles sont le fait d'outils à main vibrant à des fréquences élevées et sont exacerbées par le froid et l'humidité.

Les effets liés aux rayonnements ionisants en milieu professionnel peuvent survenir de deux manières :

- Soit de façon certaine (déterministe), rapidement après l'exposition, à des doses élevées. Ces rayonnements peuvent notamment affecter la moelle osseuse (aplasie médullaire), les yeux (kératite, blépharite, conjonctivite, cataracte), la peau (brûlures), l'appareil de la reproduction (stérilité), le développement fœtal (malformations congénitales), etc. Ces effets peuvent survenir lorsqu'un individu est traité par radiothérapie.
- Soit de manière plus incertaine avec une probabilité qui augmente en fonction du niveau d'exposition (probabiliste). Ce type d'exposition se traduit par l'apparition de cancers (leucémie, lymphome, cancers cutanés, etc.) et de manière moins certaine par l'apparition de malformations congénitales, de troubles de la reproduction ou de modifications génétiques.

Les rayonnements non ionisants comprennent soit des ondes électromagnétiques à basse fréquence, soit les champs électromagnétiques radiofréquences, soit les rayonnements optiques dont les ultraviolets, eux-mêmes subdivisés en UV A, B et C. *« Les mécanismes d'action de ces divers types de rayonnements non ionisants sont différents. Il s'agit pour les champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences de la création de courants induits à l'intérieur du corps humain, pour les champs radiofréquences de l'effet thermique et pour les ultraviolets de l'absorption dans l'épiderme et le derme conduisant au développement de cancers cutanés et à une atteinte des fibres élastiques de la peau ».*

L'incidence du mélanome cutané est en constante augmentation dans les pays industrialisés et le seul facteur de risque identifié reste l'exposition aux UV, surtout pendant l'enfance. Le mélanome cutané résulterait d'exposition particulièrement intense aux UV et le carcinome résulterait d'expositions chroniques. Enfin, l'exposition aux UV peut également affecter la vue (cataracte).

L'exposition au rayonnement du laser peut entraîner des brûlures cutanées (de l'érythème à la brûlure plus profonde) mais peut également atteindre l'œil (la lésion la plus sévère étant la brûlure rétinienne avec parfois perte de l'acuité visuelle). Les atteintes dépendent de la région exposée.

Les risques liés à l'exposition à l'amiante concernent les pathologies de type pulmonaire (fibroses, plaques pleurales, cancers broncho-pulmonaires, mésothéliomes de la plèvre) mais également des cancers des voies aéro-digestives supérieures. (Cf. point 4.1. L'amiante)

Les agents biologiques en milieu professionnel concernent les micro-organismes, les cultures cellulaires et les endoparasites humains. Au contact avec l'un de ces agents, l'on peut voir se développer un risque infectieux lié à des micro-organismes pathogènes (hépatite B et C, par exemple), un risque immuno-allergique (asthme, rhinite, alvéolites allergiques) ou encore un risque toxique, liés aux exotoxines qui peuvent être secrétées par des micro-organismes pathogènes (diphtérie, tétanos) ou des endotoxines qui seront libérées lors de la destruction de certaines bactéries.

Monas et al (2004) rappellent que si la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés est rigoureusement réglementée, il n'en reste pas moins difficile d'évaluer les expositions, notamment du fait de « l'invisibilité » du risque, *« réalité liée à beaucoup de ces agents, notamment les agents infectieux, dont certains sont responsables d'effets d'une particulière gravité ou sont à l'origine de pathologies nouvelles vis-à-vis desquelles un système de vigilance, nationale et internationale est nécessaire ; ce fut très récemment le cas du Syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) ».*

Les risques liés aux substances chimiques ne sont pas à négliger au vu de la grande variété des agents mis en cause, de leurs effets à court ou à long terme, des conditions d'exposition des travailleurs et du manque de connaissances épidémiologiques des risques sanitaires de certains facteurs chimiques.

Certes, les statistiques de maladies professionnelles permettent de mesurer une partie de l'ampleur du problème et de mettre en évidence certaines lacunes mais elles ne représentent qu'une partie de la réalité. Des substances comme l'amiante, les poussières de bois, le benzène, les rayonnements ionisants sont impliquées dans l'apparition de « cancers professionnels » de type broncho-pulmonaire, nasosinusien, mésothélio, leucémique ou encore au niveau de la vessie.

4.1. L'amiante

♦ L'étude de Lévesque et al (2000) (Québec) s'intéresse plus particulièrement aux effets sur le système respiratoire suite à l'inhalation d'amiante par des occupants d'édifices publics québécois.

Il est clairement prouvé et démontré que l'amiante est responsable d'une « forme de fibrose du poumon et de la plèvre (amiantose) » en cas d'exposition prolongée à des concentrations importantes. Ce polluant est également reconnu comme un des facteurs étiologiques du cancer du poumon, du mésothéliome (cancer de la plèvre ou du péritoine) et probablement de néoplasies à distance (colon, rectum, larynx, ..).

C'est pourquoi, ce polluant a été classé par « l' International Agency for Research on Cancer » dans la catégorie de produits cancérigènes chez l'humain.

De nos jours, il est bien prouvé que l'apparition de cancer du poumon est liée à l'inhalation d'amiante mais principalement pour les personnes fortement exposées à ce polluant.

Toute personne qui fréquente un établissement public isolé avec de l'amiante est susceptible de subir des effets néfastes pour sa santé.

En fonction de la durée de présence dans de tels locaux, les personnes les plus à risque sont :

- Les utilisateurs de l'édifice (personnels de bureau, enseignants, étudiants, ...)
- Les membres du personnel d'entretien (techniciens de surface)
- Les membres du personnel de maintenance (ex. lors de remplacement de tuyaux, de réparations sur le système d'air conditionné, ..)
- Les travailleurs du bâtiment lors de divers travaux de construction et/ou de rénovation.

Lévesque et al (2000) illustrent leurs propos en se référant aux résultats issus d'un projet pilote (1999) réalisé au Québec afin de mesurer la concentration d'amiante dans l'air au sein de 198 établissements publics et ce en vue de mesurer l'exposition des occupants à ce polluant. Cette étude montre que :

- Dans des établissements où l'amiante est en mauvais état de conservation, la concentration de cette substance est à la limite des dosages permis (sans autre précision).
- Des matériaux aimantés mais en bon état et non remués étaient peu susceptibles de provoquer une exposition supérieure à celle que l'on retrouve dans l'air extérieur au bâtiment.

Les actions et mesures de prévention développées au Québec sont :

- Pour les travailleurs les plus exposés :
 - o Le dépistage par radiographie pulmonaire
 - o La mise en place de campagne de sensibilisation à propos des risques de santé liés à l'exposition à l'amiante
 - o Des modalités du suivi de l'état de santé les travailleurs du secteur bâtiment. Ces modalités ont été déterminées par un comité d'experts et mises en place à Montréal en 1995. Cependant, Lévesque et al (2000) ne précisent pas ces modalités

Les auteurs signalent que la prévention passe par «...*l'identification des matériaux contenant de l'amiante et la mise en place de programmes de maintenance et d'entretien.* », ce qui implique des inspections régulières des matériaux et l'application de mesures préventives correctes (non précisées par les auteurs)

Enfin, les auteurs signalent que sur base d'un modèle théorique, une estimation du risque de cancer suite à l'exposition à l'amiante peut être faite. Dans le «*pire scénario, une exposition de 6 ans entre l'âge de 5 et 11 ans (180 jours/an et 5h/jour) survenant dans une école fortement contaminée (0,005 f/ml d'un mélange de fibres d'amphiboles et de chrysotile), engendrerait un risque de mourir d'un cancer du poumon ou d'un mésothéliome d'environ 30 cas par million de personnes exposées. L'EPA (Environmental Protection Agency) estime qu'une exposition environnementale qui génère des excès des risques à vie de l'ordre de 1/10.000 à 1/1.000.000 doit, si possible, faire l'objet de mesures pour protéger la santé publique* »

4.2. Les moisissures

D'Halewyn et al (2003) (Québec) proposent une conduite à tenir en cas de contamination fongique dans le système de ventilation des locaux.

Cette contamination fongique est définie comme «...*croissance non contrôlée de moisissures survenant sur des matériaux habituellement exempts d'humidité ou dans le système de ventilation.* »

Deux types d'évaluation sont à mener : l'une au niveau environnemental et l'autre au niveau des symptômes ressentis par les occupants des locaux.

- L'évaluation environnementale permet d'apprécier les conditions environnementales qui prévalent et qui sont susceptibles d'être en lien avec les problèmes de santé rapportés. L'ampleur de la contamination devra être évaluée en combinant l'étendue des surfaces observées avec des facteurs tels que les types de moisissures rencontrées, les concentrations mesurées dans l'air, la densité de la contamination observée sur les surfaces échantillonnées. L'interprétation des résultats des analyses de laboratoire devra être réalisée par des spécialistes en la matière.

- En cas de plainte d'occupants d'un lieu donné, l'évaluation des symptômes a pour but de vérifier d'abord si les symptômes ressentis sont compatibles avec une exposition fongique. Ensuite, de vérifier le nombre de personnes atteintes, le début d'apparition des symptômes et la répartition spatiale des cas rapportés.

L'évaluation plus détaillée comprend une enquête par questionnaire pour évaluer notamment la prévalence des symptômes ressentis par les occupants, ainsi que les variations spatio-temporelles.

Cependant, les auteurs ne donnent aucune indication sur les techniques de désinfection des locaux, sur le suivi des personnes atteintes, etc.

5. L'évaluation des facteurs environnementaux

♦ L'Académie des Sciences des Etats-Unis (cité dans le Plan National d'Action Environnement et Santé - 2004) propose la définition suivante de l'évaluation de l'exposition :

« L'évaluation de l'exposition vise à déterminer les populations susceptibles d'être exposées à un agent, à identifier les voies par lesquelles se fait cette exposition et à estimer les doses reçues en fonction du niveau, de la durée et de l'occurrence de cette exposition ».

♦ El-Zein et Infante-Rivard (2004) (Canada) proposent un aperçu des méthodes en usage dans l'évaluation de l'exposition environnementale.

- Les **déterminants de l'exposition** qui sont des variables qui affectent le niveau d'exposition (identification et quantification de ces déterminants). Les auteurs citent un exemple dans le domaine de l'exposition environnementale générale « où l'on pourrait par exemple étudier la présence et les effets sur la santé des trihalométhanes dans l'eau potable, ces déterminants pourraient inclure la quantité de matières organiques (plus abondante en fin d'été et d'automne), la dose de chlore, la température de l'eau (variation saisonnière), le pH, et la durée de séjour à l'intérieur du système de distribution ».

- La **variabilité de l'exposition** dans le temps et l'espace et entre les personnes est une notion importante à prendre en considération dans le cadre précis de l'évaluation d'une exposition.

Les auteurs insistent toutefois sur deux facteurs « freins » lorsque l'on tente d'évaluer la variabilité ; d'une part le coût et d'autre part la faisabilité (nécessité d'un nombre suffisant d'échantillons).

- Le recueil de **mesures répétées** sur un même sujet.

Ces trois « concepts » (déterminants, variabilité, mesures répétées) sont idéalement à intégrer dans chaque évaluation du risque d'exposition.

Pour ce qui est de la **collecte des données**, différentes méthodes peuvent être proposées :

- Le *questionnaire spécifique* sur l'exposition du risque (outils de collecte de données fréquemment utilisés)
- La *surveillance environnementale* : il s'agit de mesures quantitatives, externes à l'individu.
- La *surveillance biologique* : mesure des marqueurs biologiques (ou biomarqueurs) présents dans le sang, les urines et/ou l'air expiré. Toutefois, certains biomarqueurs ne sont « indicatifs » que pour des expositions très récentes.

Enfin, une fois que la collecte des informations a été réalisée et que les informations sont en possession des experts, il s'agit de déterminer si le sujet a vraiment été « exposé » et si oui, à quel niveau.

Pour ce faire, El-Zein et Infante-Rivard citent des méthodes assez simples :

- *L'opinion de l'individu* (self-reporting) : les informations concernant l'exposition du sujet sont obtenues directement auprès de l'individu concerné,
- *L'adresse de résidence* (surtout dans les études environnementales),
- *L'emploi et/ou le poste occupé* par le sujet mais également le lieu de travail (par exemple, en santé du travail).

Des méthodes plus sophistiquées sont également proposées comme les matrices d'exposition (tableau qui comprend sur un axe l'historique de l'exposition (lieu de résidence, emploi occupé, etc.) et sur l'autre axe les agents d'exposition ou l'évaluation du niveau d'exposition par des professionnels experts en santé environnementale (épidémiologistes, toxicologues, hygiénistes industriels, etc.). (Extrait note d'orientation concernant les sols contaminés, les terrains en friche, Doumont D et Verstraeten K, UCL-RESO, décembre 2005).

♦ Giroult et Martin, cités par Davies et Sadler (1997) (Canada) résument, dans le tableau présenté ci-dessous les différentes étapes à suivre et les instruments utilisés pour mener à bien l'évaluation des impacts sur la santé.

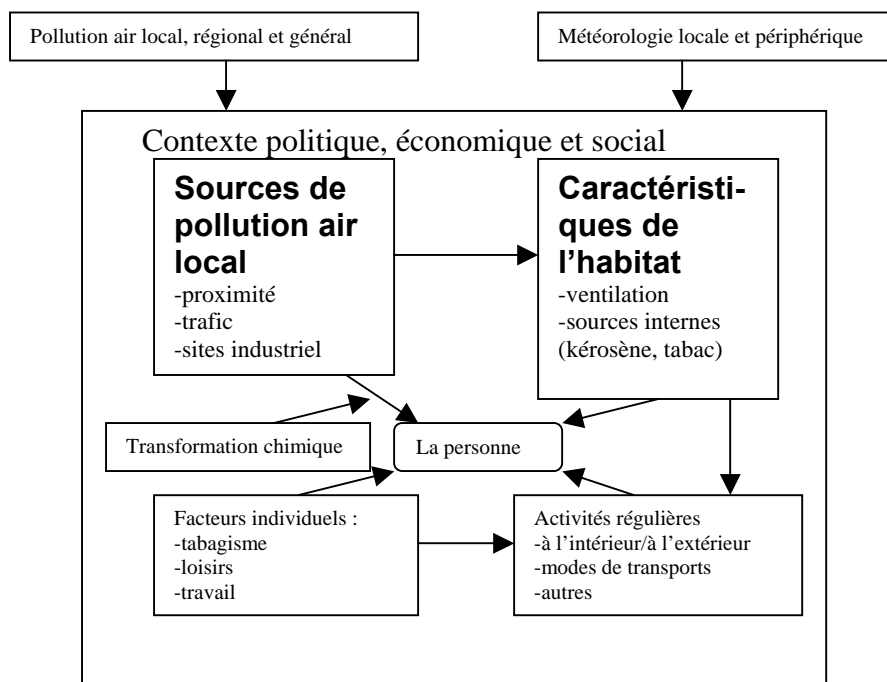


TABLEAU 1 Méthode proposée pour l'évaluation des impacts sur la santé
(Giroult, 1988; Martin, 1986)

Étape	Instruments	Limites
Étape 1 Évaluation des effets primaires sur les paramètres environnementaux.	Évaluation environnementale habituelle (modifiée au besoin pour inclure des méthodes tenant compte de la santé).	1. Complexité des effets sur la santé, p. ex. : <ul style="list-style-type: none"> • effets souvent non spécifiques ou probabilistes, • nombreux effets indirects, • interaction entre différents facteurs.
Étape 2 Évaluation des effets secondaires et tertiaires, issus des effets primaires, sur les paramètres environnementaux.	Évaluation environnementale habituelle.	
Étape 3 Examen des paramètres environnementaux touchés et reconnus comme agissant sur la santé (facteurs d'hygiène du milieu).	Connaissance épidémiologique.	2. Limites de la connaissance et des méthodes scientifiques, p. ex. : <ul style="list-style-type: none"> • compréhension de la toxicité et des maladies environnementales, • difficulté à contrôler les modes d'exposition et à surveiller les groupes à risque.
Étape 4 Évaluation de l'ampleur de la population exposée à chacun des groupes de facteurs d'hygiène du milieu.	Recensement, plans d'aménagement du territoire.	
Étape 5 Évaluation de la taille des groupes à risque compris dans chaque groupe de population exposée.	Recensement et autres données sur la population.	3. Variation biologique dans la réponse. <ul style="list-style-type: none"> • Touche tant l'approche épidémiologique que l'approche expérimentale. • P. ex. : extrapolation des relations dose-effet pour certains sous-groupes vulnérables.
Étape 6 Calcul des effets sur la santé sous forme de taux de morbidité et de mortalité.	Résultats des études d'évaluation du risque.	
Étape 7 Détermination des risques acceptables (ou des effets importants sur la santé).	Évaluation de l'équilibre entre les critères humains et les critères économiques.	4. Ressources en ce qui a trait, par exemple à : <ul style="list-style-type: none"> • la compilation et à la comparabilité des données de départ, • la formation spécialisée, • la communication du risque.
Étape 8 Détermination de mesures d'atténuation réduisant véritablement d'importants effets sur la santé.	Réduction de l'ampleur des facteurs influant sur l'hygiène du milieu, réduction de l'exposition, réduction des populations exposées, protection des groupes à risque.	
Étape 9 Décision finale.	Critères importants, possibilité d'atténuer les effets.	

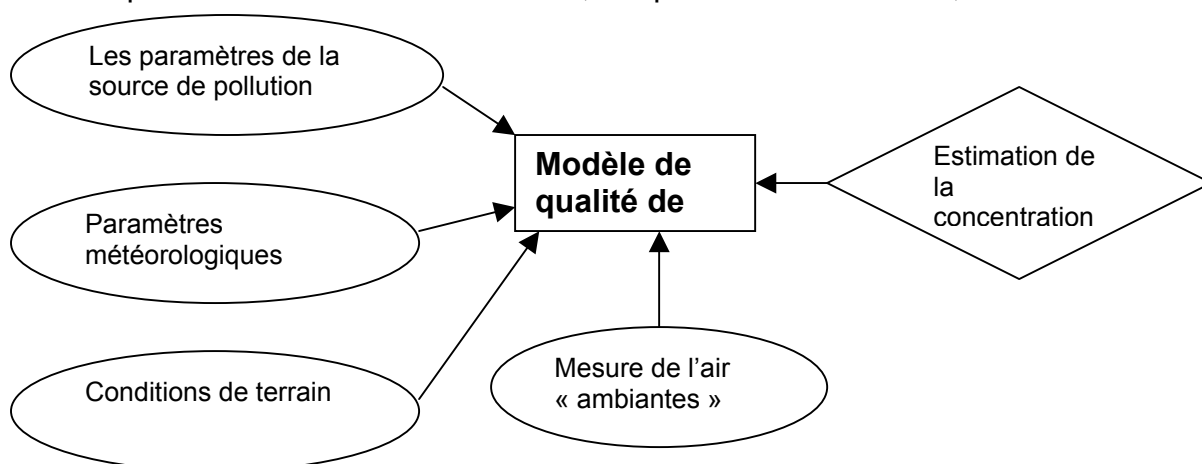
♦ The American Lung Association (2001) dans le cadre d'un workshop s'est intéressée à l'évaluation de l'exposition de la pollution atmosphérique dans les communautés urbaines.

Les participants à ce workshop ont synthétisé dans le tableau ci-dessous les facteurs influençant l'exposition personnelle à la pollution de l'air dans un environnement urbain :



En outre, un dispositif de quantification de la qualité de l'air urbain a été mis au point. Pour cela, ils utilisent un modèle qui estime les concentrations atmosphériques de la pollution dans l'air en simulant les relations physiques atmosphériques entre les sources émettrices de polluants et les « récepteurs » humains.

Ce modèle permet une collecte de données, adaptée au contexte réel, sur :



Afin de mieux identifier les effets de santé liés à la pollution de l'air dans les communautés urbaines, et plus particulièrement auprès des populations les plus vulnérables, les travaux issus du workshop organisé par The American Lung

Association (2001) recommandent l'utilisation des informations provenant d'une part, de l'enregistrement de la qualité de l'air, de l'évaluation de l'exposition des populations en exploitant ce modèle de la qualité de l'air.

Les recommandations des auteurs sont les suivantes :

- Recueil de données sur la qualité de l'air et évaluation de l'exposition
 - o Améliorer l'enregistrement et la modélisation de la qualité de l'air
 - o Adopter une approche multidisciplinaire à la collection des données et à l'analyse
 - o L'accès de la communauté à l'information : les rapports doivent être préparés en langage de droit mais expliqués lors de meeting public où les communautés peuvent apporter leurs propres personnes experts ressources.
 - o Cibler l'évaluation de l'exposition
 - o Favoriser les capacités au niveau communautaire pour mener les études d'exposition : participation active aux études avec les chercheurs. Il faut outrepasser les tensions qui existent entre les buts des avocats de la communauté et ceux des chercheurs scientifiques.
- Recherche sur les effets de santé
 - o Consensus sur les critères pertinents de santé : séparer les effets chroniques et aigus..., regroupement des indicateurs sous mortalité, mesures de morbidité médicale, et paramètres physiologiques.
 - o Etude des facteurs de susceptibilité non génétiques
 - o Développement d'un système de surveillance national sur l'asthme
 - o En conclusion : poursuivre des recherches sur les effets en étudiant des facteurs : diététiques, respiratoires et stabilité communautaire et autres. Il faut également poursuivre des recherches d'interventions : comment mettre en place des programmes en lien avec l'exposition : accès médical, niveau de connaissances, comportements de santé... et programme d'intervention sur des terrains efficaces (ex : tabac et qualité du domicile)
- Interventions communautaires
 - o Recherches basées sur la communauté: améliorer la santé et les conditions de vie sont une priorité pour la plupart des organisations communautaires, favoriser le pouvoir de prendre ses propres décisions, etc.
 - o Les sources polluantes : réduire les sources polluantes, accéder à des gazols de meilleure qualité, des produits propres (peintures, produits de coiffure...)
 - o Education et apprentissages : le manque de connaissances sur les relations entre les sources de pollution, les récepteurs et les effets de santé est une des causes d'inégalités face à la pollution de l'air.
 - Education par les professionnels de soins : inclure une formation dans la formation initiale afin qu'ils reconnaissent et explorent les connections entre la pollution urbaine et les inégalités de santé; favoriser le travail en réseau avec l'éducation des pairs et l'appui sur les travailleurs sociaux.
 - Recrutement des scientifiques de couleur ou issus de minorité ethnique.

- Education du patient en groupe : confronter des personnes souffrant de la même pathologie. Travail à l'école...
 - Régulation de l'éducation
- Infrastructures et services communautaires : manque d'accès des communautés à l'origine des inégalités : améliorer le domicile, la qualité des transports, l'accès aux soins, l'éducation et l'apprentissage d'un métier.
- Processus de planification et financier
 - Code de « bonnes pratiques pour la recherche basées sur la communauté »: former un ensemble d'experts multidisciplinaires, reconnaître que la communauté a des besoins et non juste des problèmes, développer un staff compétent et de professionnels parmi le groupe minoritaire au travers des programmes...
- Politiques publiques : the clean air act en 1971
 - Meilleure identification des « hot spot » polluants dans les villes et des critères de sélection, manque d'enregistrement à long terme afin d'évaluer les relations entre les maladies contemporaines de certaines expositions à des polluants dans l'air.
 - Mise en place d'un plan national de revue et de développement : régulation de la qualité de l'air local et régional
 - Sur le commerce des émissions des polluants
 - Mesures de contrôle des transports et autres politiques publiques
 - Autorisation et justice environnementale
 - Participation publique et augmentation des données fiables et transparentes
 - Mesures destinées à l'émission du diesel (contrôle de l'odeur, toxiques de l'air urbain)

En conclusion : la justice environnementale résume le complexe des solutions sociales, politiques, économiques, éthiques et scientifiques. Il s'agit de favoriser l'importance de l'implication des communautés dans les prises de décisions, les interventions et les recherches à mener et/ou à poursuivre.

6. Pistes et recommandations des auteurs

♦ Dans le cadre de son **sixième programme d'action communautaire pour l'environnement (juillet 2002)**, l'Union Européenne a déterminé différentes priorités :

- L'identification des risques pour la santé des personnes, y compris les enfants et les personnes âgées et légiférer en conséquence;
- L'introduction de priorités d'environnement et de santé dans d'autres politiques et dans la législation relative à l'eau, l'air, les déchets et le sol;
- Le renforcement de la recherche dans le domaine de la santé et de l'environnement;
- L'établissement d'un nouveau système d'évaluation et de gestion des risques des produits chimiques;

- L'interdiction ou la limitation des pesticides les plus dangereux et s'assurer que les meilleures pratiques d'utilisation soient appliquées;
- S'assurer de la mise en oeuvre de la législation relative à l'eau;
- S'assurer de l'application des normes sur la qualité de l'air et définir une stratégie sur la pollution atmosphérique;
- L'adoption et la mise en oeuvre d'une directive sur le bruit ;
- Etc.

(Extrait note d'orientation concernant les sols contaminés, les terrains en friche, Doumont D et Verstraeten K, UCL-RESO, décembre 2005).

♦ Les auteurs d'une réflexion sur les assises du développement durable – santé et environnement (Belgique) (mars 2005) proposent notamment :

- De mieux identifier et connaître les risques, notamment en veillant au renforcement des compétences de la plate-forme santé-environnement
- D'améliorer l'information et la formation des citoyens et des professionnels de la santé en favorisant notamment de meilleures collaborations entre les différents acteurs.

Ils suggèrent également « *de développer les connaissances sur les rôles des facteurs d'environnement en matière de cancérologie* », « *d'allouer des moyens spécifiques à l'Institut de santé publique... en vue de renforcer les actions épidémiologiques et de recherche en matière de santé environnementale...* », « *d'adapter les critères de reconnaissances de maladies professionnelles et le remboursement de frais médicaux...* », « *... de favoriser les échanges entre les équipes qui travaillent autour de l'amélioration des connaissances de l'interface santé et environnement ...* ».

7. Conclusions

Au terme de ce dossier technique qui ne saurait d'ailleurs être exhaustif, force est de constater que nous sommes, parfois/souvent bien involontairement d'ailleurs, exposés à des formes de pollution diverses. Certaines d'ailleurs, plus insidieuses que d'autres, mettront plusieurs décennies avant de « déclarer » leurs effets néfastes sur la santé de l'homme. Pour d'autres, ce sera la combinaison de plusieurs polluants qui interagira auprès de l'homme et de son environnement.

Tant la communauté internationale que les gouvernements, les pouvoirs politiques, les associations sont conscients de cet état de fait et ils se mobilisent : le sommet de la Terre à Rio en juin 1992, la conférence interministérielle à Helsinki en 1994, la convention d'Aarhus signée en 1998, les programmes européens d'action pour l'environnement et la santé, la conférence de Budapest en juin 2004 focalisée sur le futur de nos enfants, les plans nationaux d'action environnement et santé, etc.

La plupart des experts s'accordent sur l'idée qu'il faille tout mettre en œuvre pour favoriser et accroître la connaissance et l'information des risques environnementaux et de leurs effets sur la santé; information qui devrait être partagée auprès du public

scientifique mais également, à son juste niveau, auprès de la communauté en général.

En matière de santé environnementale, le « principe de précaution » doit rester un principe de rigueur et le manque de certitudes scientifiques quant à certains effets néfastes ne peut en aucun cas sous-tendre l'absence de décisions. En effet, une des difficultés rencontrées dans l'évaluation de l'exposition environnementale réside dans l'existence d'un temps de latence (plus ou moins long) entre le moment où s'installe la pollution et l'apparition des effets sanitaires liés à cette pollution. L'exposition en termes de risque pour l'environnement entraîne fréquemment des effets tardifs et souligne ainsi la difficulté du traitement des données épidémiologiques (il s'agit bien souvent d'études rétrospectives). De plus, pour certains polluants, il est difficile de déterminer avec précision le lien de causalité avec le développement pathologique observé, d'autres interactions et synergies étant toujours possibles.

De nombreux experts s'accordent à souligner l'importance de la place qui doit être laissée à la communication du risque. Il faut donc particulièrement veiller à améliorer l'information du public sur l'état de l'environnement et les risques qu'il encourt pour sa santé (convention d'Aarhus).

Les dispositifs de surveillance environnementale et épidémiologique sont à poursuivre, voire même à renforcer et ce dans tous les milieux (air, eau, sol, alimentation, réchauffement climatique, etc.).

La promotion de la santé environnementale doit être favorisée et l'implication des acteurs de la promotion de la santé, mais également des professionnels de l'environnement doit également être privilégiée.

La sensibilisation et la formation des professionnels de la santé doivent être renforcées et le soutien aux associations actives dans ce secteur doit être poursuivi.

Enfin, la participation communautaire doit être privilégiée de manière à impliquer un plus grand nombre « d'acteurs/citoyens » dans la prise de conscience des différents enjeux/risques environnementaux liés à la problématique de santé environnementale et permettre ainsi de favoriser la prise de décision concernant leur milieu de vie.

Cette participation communautaire sera pleinement effective lorsque des mouvements de « protestation citoyenne » seront réellement entendus, pris en compte et que leurs traductions s'inscriront dans les prises de décisions des Gouvernements des pays industrialisés.

8. Liste d'associations/ sites ressources en santé environnementale

(Liste non exhaustive, établie au 20-12-2005)

Plan National d'Action Environnement et Santé - NEHAP

Elaboré par les Régions et Communautés de Belgique, ce plan d'action national présente un état des lieux des actions déjà menées dans le domaine de la santé environnementale, et élabore un cadre pour les actions à mettre en œuvre. Il est consultable en ligne sur le site de l'IBGE

<http://www.ibgebim.be/francais/contenu/content.asp?ref=1126>

IBGE : Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement

L'interface Santé-environnement de l'IBGE est chargée d'identifier les acteurs et établir des liens entre les structures et experts concernés par la santé environnementale, relever, analyser et confronter les données en santé et environnement, définir des priorités d'action et soutenir ou orienter les politiques en matière d'environnement urbain.

www.ibgebim.be

Tél : 02 775 75 11

Observatoire de la santé et du Social Bruxelles-Capitale

Il recueille, analyse et diffuse des données quantitatives dans le domaine de la santé et du social en région de Bruxelles-Capitale.

Avenue Louise 183

1050 Bruxelles

Tél : 02 552 01 89

www.observatbru.be

IEW - Inter Environnement Wallonie

La section Santé – Environnement d'IEW a pour objectif d'informer le public et de contribuer à intégrer la dimension sanitaire dans les politiques environnementales.

Boulevard du Nord 6 5000 Namur

Tél : 081 25 52 82

www.iewonline.be

CERISE - Centre d'éducation relative aux interactions Santé et Environnement

Ce centre propose une formation d'intervenant éducatif en santé et environnement.

Haute Ecole Charlemagne

Rue des Rivageois 6

4000 Liège

Tél : 04 254 76 21

<http://www.formation-cerise.be/inter.htm>

HECTOR asbl - Health and Environment Care Technical Organisation

Cette association a pour but de construire une approche pilote de communication, sensibilisation, et de participation domaine de la Santé environnementale. Elle réunit les experts scientifiques, les décideurs politiques et économiques et le grand public au travers des acteurs de première ligne (responsables communaux et médecins).

Boulevard Neuf 1

1495 Villers-la Ville

www.hector-asbl.be

SPAQuE - Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement

Elle constitue l'outil wallon pour l'aménagement et l'assainissement des sols pollués. La SPAQuE doit réaliser un cliché de la situation présente, évaluer et cerner les différents types de pollutions présents sur un site déterminé, déterminer l'urgence et l'importance des problèmes.

Boulevard d'Avroy 38/6

4000 Liège

Tél : 04 220 94 11

www.spaque.be

9. Bibliographie

- Assises du développement durable – santé et environnement – pistes de réflexion,(2005), 13 pages.
- Auger P.L., (2000), *Intolérance multiple aux produits chimiques (ou polytoxikosensibilité)*, Bulletin d'information en santé environnementale (BISE) , Vol 11, N° 1, Janvier-Février 2000, pp 1-4
- Bell, M.L., Davis D., Cifuentes L., Cohen A., Gouveia N., Grant L., Green C., Johnson T., Rogat J., Spengler J., Thurston G.,(2002), *International expert workshop on the analysis of the economic and public health impacts of air pollution : workshop summary*. Environmental health perspectives, Vol. 110, number 11, November 2002, pp 1163-1168.
- Bertrand E., Blondeau A., Cassadou S., Eilstein D., Fertun J., Medina S.,(2005), *Pollution atmosphérique et personnes âgées : estimation des risques.*, Extra Pol, N° 25, Juin 2005, pp 1-24, in <http://www.invs.sante.fr>
- Christin C., (2000), *Les infections reliées aux piscines : un problème important de santé publique ?*, Bulletin d'information en Santé Environnement (BISE), Vol 11, N° 4, Juillet-Août 2000, pp 1-4
- Davies K et Sadler B.,(1997), *Evaluation environnementale et santé humaine : perspectives, approches et orientations*, Document d'information pour l'étude internationale sur l'efficacité de l'évaluation environnementale, 44 pages.
- d'Halewyn M.A., Leclerc J.M., King N., Bélanger M., Legris M. et Frenette Y., (2003), *Moisissures en milieu intérieur et risques pour la santé*. Bulletin d'information en santé environnementale, 2003, 14 (1), pp1-6
- Doumont D., Verstraeten K., (2005), *Note d'orientation concernant la santé environnementale, les sols contaminés, les terrains en friche : situation en Belgique et ailleurs*, UCL – RESO, Décembre 2005, 19 pages, hors annexe, non publié.
- Fortin, C., (2001) *Changements climatiques et risques pour la santé : une première conférence canadienne*. Bise, *Bulletin d'information en santé environnementale*, 2001, 12 (1) pp 1-4
- Institut Scientifique de la Santé Publique,(2002), *Enquête de santé par interview. Belgique 2001*, Livre 6 : Santé et Société., Institut Scientifique de la Santé Section Epidémiologie, Rapport n° 2202-22, pp 2187-2227
- Kouassi E., Ayotte P., Roy R., Fournier M., Revillard J.P., (2001), *Effets des contaminants de l'environnement sur le système immunitaire*. Bulletin d'information en santé environnementale (BISE), Volume 12, N°2, Mars-Avril 2001, pp 1-6
- Lévesque B., Prud'Homme H.,(2000), *L'amiante dans les édifices publics*, Bulletin d'information en Santé Environnementale (BISE), Volume 11, N° 2, Mars-Avril 2000, pp 1-4

- Monas I., Caillard J-F., Lesaffre B., (2004), Plan National Santé Environnement, rapport final de la commission d'orientation, Agence Française de sécurité sanitaire environnementale, 246 pages.

- Muecke, C.; Brisson, S. et Beausoleil, M. (2004). *L'intoxication au monoxyde de carbone chez les enfants*. Bise, *Bulletin d'information en santé environnementale*, Vol. 15 (1), Janvier-Février 2004, pp 1-6

- O'Neill M.S., Jerrett M., Kawachi I., Levy J.I., Cohen A.J., Gouveia N., Wilkinson P., Fletcher T., Cifuentes L., Schwartz J. with input from participants of the Workshop on Air Pollution and Socioeconomic Conditions, (2003), *Health, Wealth, and Air Pollution : Advancing Theory and Methods.*, Environmental health Perspectives, Vol. 111, n° 16, Décembre 2003, pp 1861-1870.

- Plan National d'Action Environnement Santé (NEHAP), 271 pages, in <http://www.ibgebim.be>

- Ravault C., Zeghnoun A., Fabres B., Lecadet J., Quénel Ph., Thibaudon M., Caillaud D., (2005), *Effets à court terme du contenu pollinique de l'air sur le risque de rhino-conjonctivite allergique*, in <http://www.invs.sante.fr>, 2005, pp 1-36

- Schnebelen M., (2000), *Les intoxications au chlore dans les piscines publiques du Québec*, Bulletin d'information en Santé Environnement (BISE), Vol 11, N° 4, Juillet-Août 2000, pp 4-7

Services Fédéraux pour l'environnement, (2002), « *Moins d'ozone, plus d'air* ». Brochure, Services Fédéraux pour l'environnement. 2002, pp 1-36.

- Stephen R. Palmer, Frank D.J. Dunstan, Hilary Fielder, David L. Fone, Gry Higgs, Martyn L. Senior. (2005) *Risk of congenital anomalies after the opening of landfill sites*. Environmental Health perspectives., 2005, 113 (10), pp 1362-1365

- The American Lung Association,(2001), *Urban air pollution and health inequities : a workshop report*. The american lung association. Environmental Health Perspectives. Volume 109, supplément 3. June 2001., pp 357-373.

- Van Steenberghe E., Doumont D., (2005), L'éducation relative à la santé environnementale en milieu communautaire : un nouveau champ en émergence ? Série de dossiers techniques – UCL- RESO, Réf. 05-37, 40 pages, hors annexe

- Wissing M., Dor P., Pana A., Ralet J-P., Pierart P., (1997), Les effets de l'incinération des déchets sur la santé, 8 pages, in <http://www.synec-doc.be>

- Zmirou D. Bard D., Dab W., Dor F., Goldberg M., Hubert P., Potelon J-L., Quénel P., (2000), Pollution, air, eau, aliments, bruits, nucléaire, ... Quels risques pour notre santé, Collection Société et Santé, pp 131-152.