

# Lien santé-environnement

## Synthèse bibliographique

*Document réalisé par*

*l'Observatoire régional de la santé d'Alsace*

*à la demande de la*

*Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement Alsace*

*et de la*

*Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales d'Alsace*



## Remerciements :

L'ORSAL tient à remercier pour leur aide et leur disponibilité, les acteurs régionaux qui ont pu répondre à ses questions et qui ont mis des données locales à sa disposition, malgré des demandes envoyées dans des délais très courts. Merci également pour leur travail de relecture, de correction et plus généralement de validation de ce document.

Mme Valérie BONNEVAL : DDASS du Haut-Rhin  
Mme Cathy-Anne EILSTEIN : APPA Alsace  
Dr Tarik El MRINI : DRASS Alsace  
Dr Pascale FRITSCH : DRASS Alsace  
Mme Marie-France HARMANT : DDASS du Bas-Rhin  
Dr Frédéric HUGEL : Service communal d'hygiène et de santé de Strasbourg  
M. Joseph KLEINPETER : ASPA  
Mme Eliane KRENCKER : Centre Anti-Poison de Strasbourg  
Mme Martine OTT : Service de pneumologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg  
Mme Marie-Françoise RASPILER : Centre Anti-Poison de Strasbourg  
Mme Pascale ROUILLARD : Service communal d'hygiène et de santé de Strasbourg  
M. Alain TARGET : ASPA

# Sommaire

Liste des acronymes utilisés .....	4
Introduction : .....	5
1. Pollution atmosphérique et santé .....	7
1.1. Les principaux polluants étudiés .....	7
1.1.1. Pour les sources fixes (industrie, chauffages individuels ou collectifs, incinération des déchets).....	7
1.1.2. Pour les sources mobiles (circulation motorisée).....	7
1.1.3. Les polluants secondaires .....	7
1.1.4. Les indicateurs de pollution.....	8
1.2. Des effets sur la santé.....	8
1.2.1. Toxicologie des principaux polluants.....	8
1.2.2. Les résultats de l'épidémiologie : impact de la pollution atmosphérique sur la santé des populations .....	11
1.2.2.2. Enquête RAMSES.....	13
1.3. Des pistes pour l'observation des liens entre pollution de l'air et santé .....	15
2. Bâtiment et santé.....	17
2.1. La qualité de l'air intérieur.....	17
2.1.1. Les polluants de l'air intérieur : effets sur la santé.....	17
2.1.2. Des données existantes dans la région :.....	19
2.2. Le saturnisme .....	22
2.2.1. Effets sur la santé et sources d'intoxication au plomb .....	22
2.2.2. Le système de surveillance épidémiologique : données régionales.....	23
2.2.3. Le risque d'accessibilité au plomb .....	24
2.3. Des pistes d'amélioration des connaissances du lien santé et bâtiment .....	24
3. Pollution des eaux souterraines et santé.....	27
3.1. Les polluants des eaux souterraines et les effets sur la santé .....	27
3.1.1. Les nitrates .....	27
3.1.2. Les produits phytosanitaires (ou pesticides).....	27
3.1.3. L'arsenic.....	29
3.1.4. Les solvants chlorés (ou composés organo-halogénés volatils) .....	29
3.2. La nappe phréatique Alsace .....	29
3.3. Pistes d'amélioration des connaissances sur le lien santé environnement .....	30
4. Lien travail et santé .....	33
4.1. Quelles connaissances des conditions de travail ? .....	33
4.1.1. L'enquête SUMER .....	34
4.1.2. Les enquêtes de la DARES.....	34
4.2. Les accidents du travail.....	35
4.3. Les maladies professionnelles .....	36
4.3.1. Les maladies professionnelles reconnues par l'Assurance Maladie.....	36
4.3.2. Les maladies à caractère professionnel .....	38
4.4. La santé des demandeurs d'emploi .....	38
5. Cancers et environnement.....	39
5.1. Les tumeurs en Alsace : un cumul d'indicateurs négatifs .....	39
5.2. Quel poids des facteurs environnementaux et professionnels ?.....	42
5.2.1. Des éléments de méthodologie .....	43
5.2.2. La situation dans la région.....	44
5.3. Une piste à envisager pour l'amélioration des connaissances régionales .....	44
6. D'autres pistes pour l'amélioration des connaissances en santé environnementale en Alsace.....	47
Références bibliographiques.....	49

## **Liste des acronymes utilisés**

APHEIS : Air Pollution and Health : a European Information System  
APRONA : Association pour la PROtection de la Nappe d'Alsace  
APVP : Années Potentielles de Vie Perdue  
APPA : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique  
ASPA : Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace  
CAP : Centre Anti-Poison  
CIRC : Centre International de Recherche sur les Cancers  
CMEI : Conseillers Médicaux en Environnement Intérieur  
CO : Monoxyde de carbone  
CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone  
COP : Composés Organiques Persistants  
COV : Composés Organiques Volatils  
CSHPF : Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France  
DARES : Direction de l'Animation, de la Recherche et des Etudes Statistiques  
DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales  
DGS : Direction Générale de la Santé  
DIREN ; Direction Régionale de l'Environnement  
DRASS : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales  
DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement  
EIS : Estimation de l'Impact Sanitaire  
ERAP : Etat des Risques d'Accessibilité au Plomb  
FTE : Fumées de Tabac dans l'Environnement  
HAM : Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques  
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques  
HC : Hydrocarbures  
HCl : Acide chlorhydrique  
InVS : Institut de Veille Sanitaire  
ISAAC : International Study of Asthma and Allergies in Childhood  
MONICA : Multinational MONItoring of trends and determinants in Cardiovasculaire diseases  
NO : Monoxyde d'azote  
NO<sub>2</sub> : Dioxyde d'azote  
NO<sub>x</sub> : Oxydes d'azote  
O<sub>3</sub> : Ozone  
OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur  
ORSAL : Observatoire Régional de la Santé d'Alsace  
PM<sub>10</sub> : particules fines en suspension de diamètre inférieur à 10µm  
PM<sub>2,5</sub> : particules fines en suspension de diamètre inférieur à 2,5µm  
PMSI : Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information  
PRQA : Plan Régional pour la Qualité de l'Air  
PS : Particules fines en Suspension  
PSAS9 : Programme de Surveillance Air et Santé 9 villes  
RAMSES : Réseau Alsace des Médecins pour la Surveillance des relations entre l'Environnement et la Santé  
SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre

## Introduction :

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans sa charte d'Ottawa (1986), définit la promotion de la santé comme « le processus qui confère aux populations les moyens d'assurer un plus grand contrôle sur leur propre santé, et d'améliorer celle-ci. » La santé est entendue dans cette charte comme « la mesure dans laquelle un groupe ou un individu peut d'une part, réaliser ses ambitions et satisfaire ses besoins et, d'autre part, évoluer avec le milieu ou s'adapter à celui-ci. »

Un des axes majeurs de promotion de la santé est la création de milieux favorables à la santé, notamment d'un point de vue écologique. En effet, dans un schéma classique en santé publique, l'environnement (dans sa dimension humaine, mais également « physique ») est un des grands déterminants de santé, aux côtés du système de santé, des comportements individuels et des facteurs biologiques intrinsèques (facteurs génétiques).

La notion de santé environnementale est apparue au sein de l'OMS au cours des années 90, et répond au besoin grandissant de mieux cerner les liens entre la santé de l'homme et son environnement, de mesurer l'impact sanitaire des modifications qu'il a introduites dans son milieu de vie (rejets de polluants organiques persistants dans les écosystèmes, altération de la qualité de l'air, réchauffement climatique...).

Cette étude bibliographique a été réalisée par l'ORSAL à la demande de la DRIRE Alsace et de la DRASS Alsace, elle a pour objectif de donner une vision des connaissances des liens entre facteurs environnementaux et santé des populations sur 5 champs d'études : la pollution atmosphérique, les bâtiments (habitations et autres), le travail, les eaux souterraines et, de façon plus transversale, sur le lien entre environnement et cancers. Sur des champs aussi vastes, il ne peut, bien entendu, prétendre à l'exhaustivité : les moyens mis en oeuvre pour sa réalisation et les délais impartis ont amené à limiter l'ampleur des recherches qui auraient pu être entreprises. La question de l'amélioration possible des connaissances, à l'échelle de la région, a été abordée pour chacun des thèmes traités.

Ce travail doit donc être lu comme une première étape vers une meilleure mesure de l'impact des déterminants de santé environnementaux en Alsace.



## **1. Pollution atmosphérique et santé**

Le lien entre pollution atmosphérique et santé est observé de longue date. Deux exemples historiques, liés à des pollutions industrielles sont ainsi souvent cités : tout d'abord les premières alertes à la pollution dans la vallée de la Meuse en 1930, puis l'épisode de pollution survenu à Londres en 1952 qui provoqua un excès de 4 000 décès [23] [55].

Depuis les années 1980, les nouveaux outils de l'épidémiologie ont permis d'établir des relations statistiques entre polluants et conséquences sanitaires. Les données les plus récentes permettent d'estimer l'impact de la qualité de l'air sur les indicateurs de mortalité et de recours aux soins [52].

Avec la loi sur l'air (loi n°96-1236 du 30 décembre 1996), qui reconnaît le droit de chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé (L 220-1 du code de l'Environnement), la connaissance de l'impact sanitaire des polluants atmosphériques devient un enjeu de premier ordre. Les Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air (PRQA) prévus par cette loi doivent ainsi se baser sur un inventaire des émissions, une évaluation de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé publique et sur l'environnement.

### **1.1. Les principaux polluants étudiés [55]**

#### **1.1.1. Pour les sources fixes (industrie, chauffages individuels ou collectifs, incinération des déchets)**

Les principaux polluants associés aux sources fixes sont : les oxydes de carbone (monoxyde : CO ou dioxyde CO<sub>2</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les particules en suspension. On peut également citer l'acide chlorhydrique (HCl), les métaux associés en général aux particules, les composés organiques volatils (COV) ou persistants (COP : comme les dioxines par exemple). Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), qui sont surtout indicateurs de pollution automobile (voir ci-dessous), peuvent également être liés à des sources de pollution fixes.

#### **1.1.2. Pour les sources mobiles (circulation motorisée)**

Les principaux polluants sont le CO et le CO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM comme le benzène) et polycycliques (HAP), les particules fines en suspension (PS), les hydrocarbures (HC) et les COV (aldéhydes, acides organiques).

#### **1.1.3. Les polluants secondaires**

Le mélange de polluants émis dans l'atmosphère peut faire l'objet d'une série de réactions chimiques, dont une conséquence peut-être la production de polluants secondaires. Le phénomène le plus préoccupant [55] est la création d'ozone (et d'autres polluants qui l'accompagnent) par action de rayonnements ultra-violet sur le mélange de HC, COV, CO et

NO<sub>x</sub>. Ces réactions correspondent à un dérèglement d'un équilibre entre NO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>, liés à la présence de polluants produits par la circulation automobile.

#### **1.1.4. Les indicateurs de pollution**

Pour des raisons pratiques, la surveillance de la pollution atmosphérique se concentre sur une liste de polluants « indicateurs » en fonction en particulier de leur nocivité et des possibilités techniques de mesure. Ils doivent également être représentatifs d'une famille de polluants nocifs.

Pour les sources fixes il s'agit en général du SO<sub>2</sub>, des particules de diamètre inférieur à 10µm (PM<sub>10</sub> – particules qui ne sont pas filtrées par le nez), des NO<sub>x</sub>, des métaux, du HCl et des dioxines. Pour les véhicules automobiles, les indicateurs mesurés sont le CO, les NO<sub>x</sub>, les HC, les PM<sub>10</sub>, les particules de diamètre inférieur à 2,5µm (PM<sub>2,5</sub> – particules qui atteignent en grand nombre les alvéoles pulmonaires), ainsi que l'ozone (O<sub>3</sub>).

### **1.2. Des effets sur la santé**

Les publications concernant les effets sanitaires des principaux polluants atmosphériques sont très nombreuses. Elles procèdent globalement de deux types d'approches : la toxicologie expérimentale et l'épidémiologie.

Les résultats présentés ici sont issus de travaux de synthèse donnant une vision d'ensemble de l'état des connaissances scientifiques [49] [55] [61] [2]. On peut citer en particulier le travail réalisé par l'ASPA dans le cadre du PRQA [23].

Il faut signaler que les effets décrits ici touchent de façon plus marquée certaines populations dites sensibles. Il peut s'agir de personnes asthmatiques, allergiques, atteintes de maladies respiratoires ou cardiovasculaires chroniques, d'enfants...

#### **1.2.1. Toxicologie des principaux polluants**

##### ***1.2.1.1. Effets sur l'appareil respiratoire***

Les effets des différents polluants sur l'appareil respiratoire dépendent de leur toxicité propre ainsi que de leur capacité à pénétrer les voies respiratoires profondes. Les effets sont décrits ici molécule par molécule, mais il ne faut pas oublier que la pollution urbaine est constituée d'un mélange de produits dont la toxicité peut aussi résulter de l'interaction entre ses différents constituants.

Le SO<sub>2</sub> étant très soluble dans l'eau, il est rapidement absorbé par les muqueuses du nez et l'oropharynx, seule une petite partie, portée par les particules fines, peut atteindre les voies respiratoires inférieures. Ce gaz irritant cause une broncho-constriction similaire à une réaction asthmatique et entraîne la sécrétion du mucus. Soumettre un humain à une forte dose de SO<sub>2</sub> entraîne des toux, des sifflements [49] [55] [61].



Le **NO<sub>2</sub>** est un gaz oxydant, irritant qui peut entrer dans les bronchioles et les alvéoles pulmonaires. Il favorise les infections pulmonaires (chez l'enfant et l'animal) et une hyper-réactivité bronchique chez les personnes asthmatiques. Les concentrations faibles de NO<sub>2</sub> ne semblent pas avoir d'effet majeur sur le système respiratoire d'un adulte en bonne santé [49] [55] [61].

**L'ozone (O<sub>3</sub>)** pénètre lui aussi profondément dans l'arbre respiratoire et sa toxicité est liée à son pouvoir oxydant sur de nombreuses molécules biologiques et à sa nature irritante [49] [55] [61]. Il provoque des irritations oculaires et une altération de la fonction pulmonaire surtout chez les enfants et les personnes asthmatiques.

Les **hydrocarbures (HC)** correspondent à un grand nombre de molécules différentes. Les HC les plus lourds (HAP, dont certains sont cancérogènes) entrent dans l'appareil respiratoire adsorbés sur les particules fines, les plus volatils sont présents sous forme gazeuse. Ils sont irritants et parfois cancérogènes (le benzène a été classé en catégorie 1 – cancérogènes pour l'homme, en 1987 par le Centre International de Recherche sur les Cancers - CIRC<sup>1</sup>) [55].

La toxicité du **CO** provient de sa grande affinité pour l'hémoglobine. Il s'y fixe de façon forte, formant ainsi la carboxyhémoglobine, et empêche le transport de l'oxygène par les globules rouges. A forte dose il provoque des nausées, des vertiges. Il entraîne des comas quand le taux de carboxyhémoglobine dépasse 40%. A plus faible dose il est associé à des troubles cardiaques, des nausées, des vertiges, des troubles de la vigilance et des céphalées. Des accidents d'intoxication au CO peuvent occasionner des séquelles à vie de type neurologique ou cardiaque. Il serait en outre incriminé dans des accidents de la circulation inexplicables. L'OMS signale le danger lié au CO dans des tunnels ou parking mal aérés [49] [55] [61] [39]. *La question des intoxications au CO dans l'air intérieur est traitée dans la partie 2 sur le lien entre bâtiment et santé.*

La toxicité des **particules fines** dépend à la fois de leur composition et de leur taille. En effet, selon leur diamètre, elles restent plus ou moins longtemps dans le système respiratoire et peuvent y entrer plus ou moins profondément (d'un diamètre supérieur à 10µm elles sont filtrées par le nez, de 2,5 à 10 µm elles se déposent dans la trachée et les bronches et peuvent être éliminées par la toux, en dessous de 2,5µm elles atteignent en grand nombre les alvéoles pulmonaires). Elles peuvent donc amener des composés toxiques (HAP, SO<sub>2</sub>, métaux lourds...) au plus profond de l'arbre respiratoire. Ces particules entraînent des réactions inflammatoires au niveau du système respiratoire (altération des systèmes de défense de l'appareil respiratoire). Les particules diesel potentialisent également les réponses allergiques par les voies aériennes [1] [48].

Les particules ultra-fines (diamètre inférieur à 0,1µm), dont l'effet sur la santé est mal connu, passent directement des poumons dans la circulation sanguine.

Ces données toxicologiques, ainsi que celles de l'épidémiologie font des particules fines un indicateur de risque sanitaire majeur.

---

<sup>1</sup> La liste complète des produits et mélanges classés par le CIRC est disponible sur leur site internet à l'adresse suivante : <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/crthallfr.html>

### **1.2.1.2. Effets sur l'appareil circulatoire**

Au-delà de leur effet sur l'appareil respiratoire, les polluants atmosphériques ont également des effets sur l'appareil circulatoire (CO et particules fines en particulier). En limitant l'oxygénation du sang, la pollution peut augmenter le risque de cardiopathies ischémiques. Des éléments de toxicologie montrent que certains polluants atmosphériques induisant des phénomènes inflammatoires (particules en suspension) pourraient augmenter la viscosité du sang, influant ainsi sur le rythme cardiaque et le risque d'infarctus [55].

Les personnes atteintes de maladies cardiaques sont en outre plus sensibles aux agressions respiratoires des polluants.

Si ces résultats sont corroborés par un grand nombre d'études, citées par les principales synthèses sur la question, il est intéressant de noter qu'une étude épidémiologique a été réalisée à ce sujet à Strasbourg [26]. Elle met en parallèle des données du registre Monica des cardiopathies ischémiques du Bas-Rhin avec des informations issues de la surveillance de la qualité de l'air mise en œuvre par l'ASPA. Cette étude conclut à un lien statistique entre le maximum horaire de NO (qui a, comme le CO, une forte affinité pour l'hémoglobine) et la survenue d'infarctus du myocarde. Elle montre également un lien entre le maximum horaire de NO<sub>2</sub> et la survenue de ces événements. Ce dernier lien n'étant pas retrouvé dans d'autres publications, les auteurs posent l'hypothèse d'un rôle des particules fines (non étudiées dans ce travail), dont la présence de NO<sub>2</sub> est un bon indicateur.

### **1.2.1.3. Pollution atmosphérique urbaine et cancers**

Une revue bibliographique réalisée dans le cadre du projet génotox'eur [47], montre la richesse des travaux menés sur le lien entre pollution atmosphérique et cancers (études d'exposition en milieu de travail, travaux de toxicologie in vitro...). A l'heure actuelle ce sont surtout les émissions liées aux transports qui sont incriminées (particules diesel, particules fines et ultrafines en suspension), du fait de la génotoxicité des composés qui leur sont associés (HAP, métaux). Ces études s'intéressent au cancer du poumon, bien entendu, mais d'autres sites de cancers peuvent être concernés (cancer de la vessie, cancer de la prostate...).

Le seul polluant atmosphérique urbain classé comme cancérogène certain chez l'homme (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) est le Benzène (classé depuis 1987)<sup>2</sup>.

Les gaz d'échappement de moteurs diesel sont classés comme probablement cancérogènes pour l'homme depuis 1989 (groupe 2A). On retrouve trois HAP dans ce groupe (benz[a]anthracène, le benzo[a]pyrène et le dibenz[a,h]anthracène).

Les gaz d'échappement de moteurs à essence, ainsi que 7 HAP sont classés dans le groupe 2B du CIRC (potentiellement cancérogènes pour l'homme).

---

<sup>2</sup> La liste complète des produits et mélanges classés par le CIRC est disponible sur leur site internet à l'adresse suivante : <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/crthallfr.html>

## **1.2.2. Les résultats de l'épidémiologie : impact de la pollution atmosphérique sur la santé des populations**

Depuis plus d'une dizaine d'année, les enquêtes épidémiologiques ont permis de mesurer l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé humaine. Les méthodes utilisées sont essentiellement de deux ordres :

- Il peut s'agir tout d'abord d'études temporelles qui visent à mesurer le lien entre la fréquence journalière d'évènements de santé (mortalité, hospitalisation, consultations médicales...) et les niveaux de pollution journaliers. Dans ces études, l'unité statistique de base n'est pas l'individu mais la journée.
- Il peut s'agir ensuite d'études de panel, s'intéressant à un échantillon d'individus (en général des personnes plus sensibles à la pollution atmosphérique : personnes asthmatiques ou enfants...) et organisant sur une période donnée le suivi de symptômes en fonction des concentrations en certains polluants.

La ville de Strasbourg a été le lieu d'un certain nombre d'enquêtes épidémiologiques, qui ont permis en particulier d'évaluer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique d'origine automobile ou industrielle dans cette ville.

### ***1.2.2.1. Le Programme de Surveillance Air et Santé 9 villes (PSAS 9) et le système « Air Pollution and Health : a European Information System » (APHEIS)***

Strasbourg est l'une des neuf villes de la métropole dans lesquelles le PSAS 9 a été mis en place en 1997 (avec Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen et Toulouse). Il s'agit d'une étude temporelle qui met en parallèle des données de mortalité et d'admissions hospitalières avec des mesures de la qualité de l'air. La première phase de ce programme, publiée en 1999, a permis de quantifier le lien statistique (à court terme) entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité d'origine cardiovasculaire ou respiratoire [54]. La seconde phase, publiée en 2002, a confirmé ces résultats, et mesuré le lien à court terme entre pollution atmosphérique et admissions dans les services hospitaliers de soins de courte durée pour motifs cardiovasculaires ou respiratoires [14].

A l'issue de cette seconde phase, une méthode d'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été établie, applicable dans toute ville où les concentrations en certains polluants atmosphériques sont mesurées par un réseau de surveillance (fumées noires, SO<sub>2</sub> pour la pollution « acidoparticulaire » hivernale, NO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> pour la pollution photo-oxydante estivale).

Plus récemment encore, les neuf villes du PSAS9 ont participé au système APHEIS (Air Pollution and Health : a European Information System), qui concerne un total de 26 villes à l'échelle de l'Europe (36 millions d'habitants répartis sur 12 pays). En 2005, l'APHEIS publie son troisième rapport annuel, qui confirme une fois de plus les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé des populations. L'évaluation d'impact sanitaire réalisée dans le cadre de l'APHEIS 3, publiée en 2005, se base sur la surveillance de particules fines : fumées

noires, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> [4]. *Il faut rappeler que les effectifs de décès ou d'admissions hospitalières cités ici ne peuvent pas être additionnés.*

Le rapport établi pour la ville de Strasbourg<sup>3</sup> mesure ainsi l'impact sanitaire des PM<sub>10</sub> à court terme (0-1 jour, ainsi qu'en cumul sur 40 jours) et à long terme. Il présente également l'impact des PM<sub>2,5</sub> à long terme. Les données pour les fumées noires ne sont pas disponibles à Strasbourg. Bien qu'elles soient publiées en 2005, ces estimations se basent sur les données de surveillance de la qualité de l'air en 2002, sur les données de mortalité de 1999 et sur les admissions hospitalières en 2000 [27].

**Pour les PM<sub>10</sub>** : on estime annuellement que 11 décès « toutes causes »<sup>4</sup>, dont 6 décès par maladies cardiovasculaires et 3 décès par maladies de l'appareil respiratoire pourraient être évités si les concentrations journalières de PM<sub>10</sub> ne dépassaient jamais 20µg/m<sup>3</sup> (en 2002 on a enregistré 196 jours de dépassement de ce seuil). Annuellement, 11 admissions pour maladies cardiaques et 21 admissions pour maladies de l'appareil respiratoire pourraient être évitées. Les effets cumulés (sur 40 jours) correspondraient à 23 décès annuels toutes causes, 8 décès pour maladies cardiovasculaires et 9 décès pour des maladies de l'appareil respiratoire.

En ce qui concerne l'effet à long terme : si la moyenne annuelle était ramenée à 20µg/m<sup>3</sup> (elle est de 23µg/m<sup>3</sup> en 2002), on pourrait éviter annuellement quelque 73 décès toutes causes confondues.

**Pour les PM<sub>2,5</sub>** : si la concentration moyenne annuelle était de 15µg/m<sup>3</sup> (au lieu de 16,0µg/m<sup>3</sup> mesurés en 2002), on pourrait éviter annuellement 54 décès toutes causes confondues, 27 décès par maladies cardiovasculaires ou maladies de l'appareil respiratoire, ainsi que 13 décès par cancer du poumon. Ramener la concentration moyenne annuelle en PM<sub>2,5</sub> à 15µg/m<sup>3</sup> permettrait également d'éviter annuellement 25,9 APVP<sup>5</sup> parmi les habitants de 30 ans ou plus. Les affections cardiovasculaires et respiratoires représenteraient 14,6 APVP, les cancers du poumon 3,41 APVP.

Le rapport APHEIS 3 estime en outre que l'espérance de vie à 30 ans pourrait progresser de 0,2 ans [0,0 ; 0,3] si la concentration moyenne annuelle en PM<sub>2,5</sub> était ramenée à 15µg/m<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> L'échelle géographique est en fait la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS)

<sup>4</sup> Pour des questions de lisibilité des résultats, les intervalles de confiance ne sont pas cités dans le texte, ils figurent dans le tableau page suivante

<sup>5</sup> Les années potentielles de vie perdues (APVP) représentent le nombre d'années qu'un sujet mort prématurément, c'est à dire avant un âge limite, n'a pas vécu. La publication de l'APHEIS ne précise pas par rapport à quel âge limite ce calcul a été réalisé.

## Tableau de synthèse : principaux résultats d'APHEIS 3 à Strasbourg

Scénarios	Indicateur de santé	Gain attendu (effectifs en moyenne annuelle)	Intervalle de confiance à 95%
Toutes les journées qui dépassent le seuil de 20µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> sont ramenées à ce seuil (effets à 0-1 jours)	Décès toutes causes	11,23	[7,48 ; 15,00]
	Décès par maladies cardiovasculaires (CIM9 : 390-459)	5,62	[3,12 ; 8,14]
	Décès par maladies de l'appareil respiratoire (CIM9 : 460-519)	2,71	[1,04 ; 4,40]
	Admissions hospitalières pour maladies cardiaques	11,23	[5,61 ; 16,88]
	Admissions hospitalières pour maladies respiratoires	21,38	[11,59 ; 31,42]
Toutes les journées qui dépassent le seuil de 20µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> sont ramenées à ce seuil (effets cumulés à 40 jours)	Décès toutes causes	23,02	[15,16 ; 30,85]
	Décès par maladies cardiovasculaires (CIM9 : 390-459)	8,23	[5,79 ; 10,70]
	Décès par maladies de l'appareil respiratoire (CIM9 : 460-519)	8,86	[2,25 ; 15,94]
Diminution à 20µg/m <sup>3</sup> de la concentration moyenne annuelle en PM <sub>10</sub> (effets à long terme des PM <sub>10</sub> )	Décès toutes causes	73,49	[44,61 ; 103,84]
Diminution à 15µg/m <sup>3</sup> de la concentration moyenne annuelle en PM <sub>2,5</sub> (effets à long terme des PM <sub>2,5</sub> )	Décès toutes causes	54,13	[14,11 ; 94,73]
	Décès par par maladies cardiovasculaires (CIM9 : 390-459) et maladies de l'appareil respiratoire (CIM9 : 460-519)	26,67	[9,59 ; 44,07]
	Décès par cancer du poumon (CIM9 : 162)	12,55	[4,24 ; 21 07]
Diminution à 15µg/m <sup>3</sup> de la concentration moyenne annuelle en PM <sub>2,5</sub> (effets à long terme des PM <sub>2,5</sub> )	Nombre d'APVP toutes causes confondues (personnes de 30 ans ou plus)	25,89	[6,83 ; 44,72]
	Nombre d'APVP par maladies cardiovasculaires (CIM9 : 390-459) et maladies de l'appareil respiratoire (CIM9 : 460-519) (personnes de 30 ans ou plus)	14,64	[5,34 ; 23,79]
	Nombre d'APVP par cancer du poumon (personnes de 30 ans ou plus)	3,41	[1,18 ; 5,58]

Source : EILSTEIN D. [27]

### 1.2.2.2. Enquête RAMSES

L'étude RAMSES (Réseau Alsace des Médecins pour la Surveillance des relations entre l'Environnement et la Santé) est une étude temporelle visant deux objectifs : estimer l'impact à court terme (moins de 5 jours) de la pollution atmosphérique sur l'activité d'un réseau de médecins sentinelles et étudier la faisabilité et la validité d'une mise en place pérenne d'un tel système de surveillance. De février 1996 à septembre 1997, 22 médecins sur la Communauté Urbaine de Strasbourg ont recueilli une liste de symptômes possiblement liés à la pollution atmosphérique (toux, irritation oculaire...).

L'analyse a mis en évidence des liens statistiques significatifs entre les maxima horaires ou les moyennes journalières des polluants étudiés et certains symptômes. L'irritation oculaire est, par exemple, significativement liée au maximum ou à la moyenne journalière en ozone (voir tableau ci-dessous).

### Relations statistiquement significatives entre indicateurs de pollution et symptômes

	SO2		PM13		NO2		O3	
	Maximum horaire	Moyenne journalière	Maximum horaire	Moyenne journalière	Maximum horaire	Moyenne journalière	Maximum horaire	Moyenne journalière
Irritation oculaire							X	X
Rhinorrhée						X		
Douleur / rougeur pharyngée			X	X		X		
Otalgie								
Toux	X		X	X	X	X		
Enrouement		X						
Gêne respiratoire sifflante			X			X		
Gêne respiratoire non sifflante						X		
Céphalée		X						
Patients symptomatiques	X		X	X	X	X		

Source : EILSTEIN et al [25]

De l'avis des auteurs de ce travail [25], la période de recueil a été trop courte (18 mois, dont 6 mois de lancement). L'étude conclut à un intérêt de ce type de démarche, pour enrichir les évaluations d'impact sanitaire, à condition de pouvoir assurer un recueil sur une durée minimale de 3 ans.

#### 1.2.2.3. GENOTOX'ER

Le projet GENOTOX'ER a été mis en place sur 4 agglomérations françaises : Grenoble, Paris, Rouen et Strasbourg. Il s'agit d'une enquête sur un échantillon de la population : à Strasbourg 30 adultes et 30 enfants ont participé à deux séries de mesure d'exposition aux PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> et NO<sub>2</sub> (48 heures en hiver et 48 heures en été). L'échantillon était réparti dans trois zones urbaines : zone à proximité d'une source de pollution industrielle, zone à proximité d'une source de pollution automobile et zone soumise à une pollution urbaine « de fond ». L'originalité de la démarche réside dans le mode de mesure de l'exposition : chaque volontaire portait un dispositif de mesure (pompe et capteurs) qui permettait de connaître son exposition personnelle aux polluants atmosphériques. La génotoxicité des substances ainsi recueillies était testée en laboratoire.

Les résultats de Genotox'er montrent le potentiel génotoxique des particules auxquelles sont soumises les populations vivant en milieu urbain, en particulier à proximité des sources de pollution liée au trafic routier en hiver. Ce potentiel génotoxique est plus marqué pour les particules les plus fines (PM<sub>2,5</sub>).

Les niveaux d'expositions aux particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) ne sont pas très variables au sein des agglomérations, alors qu'on observe des différences plus nettes en ce qui concerne l'exposition au NO<sub>2</sub> (du simple au double). Les variations entre agglomérations, le secteur urbain et la saison sont très importantes : c'est à Strasbourg qu'on a mesuré la valeur la plus élevée d'exposition à des PM<sub>2,5</sub> (75,7µg/m<sup>3</sup>).

Ces résultats ont été extrapolés à l'ensemble de la population urbaine grâce à un système d'information géographique, et un nombre de décès par cancer du poumon attribuables aux expositions mesurées est calculé à partir des risques relatifs décrits dans la littérature. On estime ainsi que 25 décès par cancer du poumon chez des personnes de 30 ans ou plus sont attribuables aux polluants atmosphériques chaque année à Strasbourg.

#### ***1.2.2.4. Effets à court terme de la pollution atmosphérique d'été sur les hospitalisations pour asthme aigu.***

Une étude rétrospective strasbourgeoise a cherché à évaluer l'impact de la pollution estivale sur les admissions hospitalières pour asthme aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (services d'accueil des urgences, urgences pédiatriques, pédiatrie, pneumologie) [53]. Elle a porté sur trois périodes estivales successives (1995, 1996 et 1997) et se base sur les données du PMSI pour sélectionner les admissions pour asthme (à partir d'une liste de diagnostics principaux). Sur les trois périodes, 392 admissions ont été sélectionnées. Une corrélation significative a été retrouvée entre les taux d'ozone et les admissions pour asthme aigu, notamment chez les enfants de moins de 5 ans. L'étude ne permet pas de quantifier la force de l'association entre épisodes de pollution estivale et admissions hospitalières (sous forme d'un risque relatif par exemple).

### **1.3. Des pistes pour l'observation des liens entre pollution de l'air et santé**

Les travaux de recherche montrent largement les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé : effets sur l'appareil respiratoire, circulatoire et génotoxicité qui en font des facteurs de risques de cancers. Les travaux de surveillance épidémiologique ont permis de quantifier, à partir des risques relatifs établis par la recherche. Il en ressort que, bien que les risques relatifs mesurés soient faibles, le grand nombre de personnes qui y sont confrontées font de la pollution atmosphérique un déterminant de santé non négligeable à l'échelle d'une agglomération.

Un groupe de travail régional sur la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur la santé et l'environnement a rendu en 2005 un document définissant des pistes pour l'amélioration de la surveillance épidémiologique dans ce domaine en Alsace [24].

Les propositions principales émises par ce groupe sont les suivantes :

Il serait possible de réaliser des **évaluations d'impact sanitaire** (EIS) dans les villes alsaciennes où on mesure les concentrations des principaux polluants, en utilisant les méthodes établies par la PSAS9 (deuxième phase) ou l'APHEIS (3<sup>ème</sup> phase). Une publication récente [18] fait le point sur les EIS réalisées dans des communes françaises – en dehors des villes participant au PSAS9. On dénombre 22 villes pour lesquelles l'impact à court terme a été évalué (dont 9 réalisés à partir de la méthode mise à jour par l'InVS), et 9 pour lesquelles on a étudié un impact à long terme.

A l'heure actuelle, aucune évaluation n'a été réalisée en Alsace, en dehors de celle de Strasbourg présentée plus haut.

Il serait intéressant d'engager une collaboration avec des urgentistes cardio-vasculaires, respiratoires et pédiatriques (première phase), avec le SAMU (seconde phase) et les services d'urgence de ville (troisième phase). En effet, l'activité de ces services peut être un indicateur pertinent en complément des indicateurs classiques de mortalité et d'admissions en services de soins de courte durée.

Pour la surveillance à long terme : le groupe de travail souligne l'intérêt d'enquêtes de prévalence comme l'enquête ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in

Childhood), dont la seconde phase est destinée à connaître les facteurs de risque, en particulier d'origine environnementale, liés à l'asthme chez les enfants. Le service de pneumologie de l'hôpital Lyautey est un des cinq centres français participant à cette étude internationale. Le groupe signale aussi les espoirs qui peuvent être mis dans l'utilisation des données des registres des cancers. Cette piste a cependant très peu été explorée jusqu'à maintenant.

Parmi les propositions présentées comme « secondaires », on peut souligner la proposition de mise en place d'un nouveau réseau de médecins sentinelles sur le modèle de l'enquête RAMSES. Le fonctionnement de « RAMSES II » pourrait probablement être facilité par la généralisation de l'informatisation des cabinets médicaux. Il s'agirait de recueillir des symptômes et/ou des pathologies diagnostiquées auprès des consultants de la médecine de ville.

Ce groupe de travail ayant cessé son activité, il semble important de déterminer qui devra se saisir de ses conclusions pour que les différentes propositions mises en avant ne restent pas lettre morte.



## 2. Bâtiment et santé

### 2.1. La qualité de l'air intérieur

Nous passons la majeure partie de notre temps à l'intérieur de bâtiments ou de moyens de transport. L'air respiré dans ces lieux clos ou semi clos peut être porteur de polluants divers. Si l'impact de la qualité de l'air intérieur ne peut pas encore être chiffré à l'échelle de la population régionale, le développement actuel des travaux sur cette question (Observatoire de Qualité de l'Air Intérieur...) laisse penser qu'il pourrait être important.

#### 2.1.1. Les polluants de l'air intérieur : effets sur la santé [44]

Les polluants retrouvés dans l'atmosphère intérieurs peuvent avoir plusieurs origines.

**Les Fumées de Tabac dans l'Environnement (FTE)** sont classées comme cancérigènes par le CIRC au vu des résultats de la littérature sur cette question (tabagisme passif, en groupe 1 : cancérigènes pour l'homme, depuis 2004)<sup>6</sup>. Il n'y a pas d'estimation du nombre de personnes exposées en France aux FTE, mais dans un rapport de 1999, l'académie nationale de médecine estime entre 2500 et 3000 le nombre de décès par maladies cardiovasculaires associé au tabagisme passif en France, auxquels s'ajouteraient une centaine de décès par cancers du poumon<sup>7</sup>. Ce chiffre, qu'il faut prendre avec beaucoup de prudence, est repris dans le rapport que le groupe de travail de la Direction Générale de la Santé (DGS) sur ce sujet a rendu publique en mai 2001 [19]. Sur la base des connaissances de l'époque, ce rapport soulignait en outre que les FTE augmentent les risques :

- « - d'infections respiratoires basses de l'enfant (+ 70 % si la mère fume),
- d'otites récidivantes de l'enfant (+ 50 % si les 2 parents fument),
- de crises d'asthme et de râles sibilants chez l'enfant,
- de retard de croissance intra-utérin et de petit poids de naissance (même si la mère ne fume pas mais est seulement enfumée par son entourage),
- de mort subite du nourrisson (risque doublé),
- d'accidents coronariens (+ 25 %, c'est la cause la plus importante en nombre de victimes),
- de cancers du poumon (+ 25 %). »

Parmi les **produits de combustion** (liés au chauffage ou à la cuisson d'aliments), les plus étudiés sont le CO, le NO<sub>2</sub> et les particules en suspension. Leurs effets sur la santé ont été décrits dans la partie « pollution atmosphérique et santé ».

Plus de 500 **Composés Organiques Volatils (COV)** ont été décelés à l'intérieur des bâtiments. Certains sont neurotoxiques, cancérigènes ou tératogènes (responsables de

---

<sup>6</sup> La liste complète des produits et mélanges classés par le CIRC est disponible sur leur site internet à l'adresse suivante : <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/crthallfr.html>

<sup>7</sup> Attention, il convient de le préciser ici : les fumeurs sont les premières victimes du tabac, on estime chaque année à environ 60 000 le nombre total de décès liés au tabagisme en France. Le tabagisme peut multiplier jusqu'à 20 fois le risque de développer un cancer du poumon.

malformations congénitales). Parmi ces molécules, une attention particulière est portée sur le **formaldéhyde**, dont les sources intérieures sont nombreuses (détergents, meubles, tapis, bois aggloméré, fumée de tabac...). Le formaldéhyde est très soluble dans l'eau et donc absorbé à 95% par les voies respiratoires. C'est un irritant des muqueuses. Il a été récemment reconnu comme cancérigène par le CIRC (il est classé dans le groupe 1 : cancérigènes pour l'homme, depuis juin 2004)<sup>8</sup>.

Des **contaminants biologiques** de l'air intérieur peuvent être à l'origine de réactions allergiques (asthme...) : les acariens, animaux domestiques (épiderme, poils, salive et urine) et blattes.

30 % des personnes nées après 1980 présentent une allergie cliniquement active (l'asthme, la rhinite, la conjonctivite). Ainsi, après le tabac les allergènes représentent la 2<sup>ème</sup> cause de pollution à l'intérieur de la maison. Les allergènes d'acariens sensibilisent le plus grand nombre de patients, 80 % des asthmes allergiques de l'enfant sont dus à ces contaminants biologiques. En seconde place on retrouve les allergènes d'animaux (chat, chien, rongeurs). Les allergènes sont sécrétés par la base du poil, les glandes annales ou sébacées. Les moisissures et les blattes sont en terme de fréquence les polluants biologiques qui sensibilisent le moins grand nombre de malade.<sup>9</sup>

Le **radon** est un gaz naturel et radioactif émanant du sous-sol. Il a été classé, avec ses produits de désintégration comme cancérigène pour l'homme par le CIRC (groupe 1)<sup>6</sup>. S'il ne pose pas de problème de santé dans l'atmosphère extérieure où il se dissipe rapidement, il peut se retrouver à des concentrations élevées dans des locaux calfeutrés. Il peut alors être à l'origine de cancers du poumon.

**L'amiante** est une fibre minérale cancérigène (classée dans le groupe 1 par le CIRC dans une monographie publiée en 1987)<sup>6</sup>. L'amiante est à l'origine de mésothéliomes (un type de cancer de la plèvre), ainsi que de cancers du poumon. Utilisée pour ses propriétés isolantes avant son interdiction en France en 1997, l'amiante peut encore être présente dans certains immeubles. La question spécifique de l'exposition professionnelle à l'amiante ne sera pas traitée ici.

---

<sup>8</sup> La liste complète des produits et mélanges classés par le CIRC est disponible sur leur site internet à l'adresse suivante : <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/crthallfr.html>

<sup>9</sup> Ce dernier paragraphe a été rédigé par Martine OTT, Conseillère Médicale en Environnement Intérieur du service de pneumologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

## 2.1.2. Des données existantes dans la région :

Dans son dernier rapport annuel, l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur fait un bilan des connaissances sur la qualité de l'air dans les bâtiments (logements, écoles...). Cet état des lieux cite des travaux réalisés en Alsace : ce sont ces travaux qui seront présentés ici [45].

### 2.1.2.1. *Le bilan réalisé sur les aldéhydes dans les écoles strasbourgeoises [6]*

L'enquête Isaac II avait mesuré la teneur en formaldéhyde et acétaldéhyde dans 24 écoles strasbourgeoises<sup>10</sup> et montré de fortes disparités d'une école à l'autre. Alors que le formaldéhyde venait d'être classé comme cancérigène pour l'homme par le CIRC, la ville de Strasbourg a mandaté l'ASPA pour mesurer les teneurs en 7 aldéhydes dans les lieux d'accueil de la petite enfance et dans les écoles (maternelles et élémentaires) dont les bâtiments font partie du patrimoine de la ville.

Entre novembre 2004 et janvier 2005, 522 mesures valides ont été réalisées sur 11 écoles et 33 lieux d'accueil de la petite enfance. L'aldéhyde le plus présent est le formaldéhyde (moyenne à  $23\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), suivi de l'acétaldéhyde et du butyraldéhyde (tous les deux autour de  $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>11</sup>.

Dans les lieux d'accueil de la petite enfance : la concentration moyenne en formaldéhyde est relativement basse et assez homogène, sauf un établissement qui présente une moyenne de  $109\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dans les écoles maternelles on observe une plus grande hétérogénéité des taux mesurés, parfois même au sein d'une même école. Un établissement se démarque avec une concentration élevée de formaldéhyde ( $83\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), alors qu'elle est inférieure à  $54\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour toutes les autres écoles.

Enfin, dans les écoles élémentaires, les concentrations moyennes par établissement varient entre 9 et  $49\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Une analyse multivariée a permis de montrer un lien statistique entre les taux de formaldéhyde et la présence de mobilier âgé de plus de 10 ans, de boiseries sur les murs et plafonds ainsi que de revêtement lino-plastique sur les sols.

Ce travail s'appuie sur une méthode de mesure sur 48h (tubes passifs), une étude complémentaire avec des temps de mesures plus courts (30 minutes) permettra de savoir si les concentrations en formaldéhyde varient dans le temps au cours de la journée. Elle permettra en particulier de savoir à combien s'élèvent ces concentrations quand les enfants sont accueillis dans les locaux.

---

<sup>10</sup> Nous n'avons pas eu accès aux données détaillées pour Strasbourg dans les délais impartis à cette étude bibliographique. Des résultats sur 6 villes ont été présentés lors d'un congrès en juillet 2005 [3].

<sup>11</sup> A titre de comparaison la valeur guide proposée par l'OMS Europe est de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 30 minutes pour le formaldéhyde (pas de valeur pour les autres aldéhydes) [3]. Au moment où ce seuil a été fixé, le CIRC soupçonnait que cette molécule était cancérigène et l'avait classé dans le groupe 2A : probablement cancérigène pour l'homme. Cette valeur guide ne se base que sur l'aspect irritant du formaldéhyde et ne tient pas compte de l'augmentation du risque de cancer.

Dans une note au sujet du formaldéhyde [8], l'ASPA alerte sur l'importance d'une prise de position des autorités sanitaires sur le risque de cancer lié au formaldéhyde et sur les actions à mener. Certains pays (Etats-Unis, Allemagne, Danemark...) ont réglementé les émissions de formaldéhyde dès les années 80...

### ***2.1.2.2. Le conseiller médical en environnement intérieur : une expérience strasbourgeoise***

Le service de pneumologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg propose depuis 1991 la visite d'un conseiller médical en environnement intérieur. Les CMEI (conseillers médicaux en environnement intérieur), profession créée à Strasbourg, interviennent sur demande du médecin lors du diagnostic d'une pathologie en relation avec un polluant de la maison (polluant biologique ou chimique). La visite à domicile va permettre de mesurer l'exposition aux polluants et de proposer des mesures d'éviction globales et adaptées au patient.

Une étude multicentrique a permis de démontrer l'intérêt de cette profession en évaluant la compliance des patients aux mesures d'éviction proposées et la réduction des teneurs en allergènes d'acariens dans le matelas [20].

Lors des différentes études menées dans le service de pneumologie la teneur en allergènes d'acariens a pu être mesurée sur 190 poussières de matelas provenant de malades allergiques et de témoins de l'ensemble du département. Les médianes mesurées en allergènes d'acariens étaient de 31,65 µg/g de poussière pour les patients allergiques et de 20,53 pour les témoins. Pour l'allergène de chat, l'évaluation de 50 domiciles abritant des chats a montré une concentration médiane de 142 µg/g d'allergènes dans la poussière<sup>12</sup>.

### ***2.1.2.3. Surveillance de l'intoxication par le monoxyde de carbone (CO)***

Un nouveau système de surveillance a été mis en place par la DGS en novembre 2004<sup>13</sup>, suite à un rapport rendu en 2002 par un groupe de travail du Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France (CSHPF) [17]. Il prévoit que tous les cas d'intoxication avérée ou supposée au CO soient signalés. Les pivots de cette surveillance seront les DDASS (service santé environnement et médecins inspecteurs en santé publique), les services communaux d'hygiène et de santé ainsi que les Centres Anti Poison. Le recueil d'informations a été évalué dans deux régions pilotes (Aquitaine et Pays de la Loire). A l'heure actuelle, les données de ce système ne sont pas disponibles.

Des données régionales, de sources diverses, sont néanmoins déjà disponibles.

Le Centre Anti Poison (CAP) de Strasbourg fait le bilan des accidents au monoxyde de carbone ayant abouti à une hospitalisation. De 2000 à 2004, 320 hospitalisations ont ainsi été recensées en Alsace, soit 64 par an en moyenne. Des données détaillées seront communiquées lors d'un prochain colloque de toxicologie à Lille (8 et 9 décembre 2005).

---

<sup>12</sup> La partie 2.1.2.2. a été rédigée par Martine OTT, Conseillère Médicale en Environnement Intérieur du service de pneumologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

<sup>13</sup> Circulaire interministérielle DGS/7 C n° 2004-540 du 16 novembre 2004 et DGS/SD7C/DDSC/SDDCPR relative à la surveillance des intoxications au monoxyde de carbone et aux mesures à mettre en oeuvre

Les statistiques de mortalité peuvent donner des estimations de l'impact du monoxyde de carbone. Selon l'InVS, « *le monoxyde de carbone (CO) est la première cause de mortalité par intoxication aiguë en France.* » Il cause environ 300 décès annuellement, dont la moitié sont dus à des accidents dans l'habitat [39]. Entre 1985 et 1998, 45 décès dans le Haut-Rhin et 29 décès dans le Bas-Rhin sont répertoriés comme dus à une intoxication au CO (hors suicide et incendie) [17].

Le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI) est une autre source de données possible pour évaluer l'ampleur du problème à un niveau régional. En effet, les admissions hospitalières liées à une intoxication au monoxyde de carbone sont repérées par ce système, et ont été analysées par le groupe de travail du CHSPF : entre 1997 et 1999 on dénombre 384 hospitalisations dans le Bas-Rhin et 138 dans le Haut-Rhin, en moyenne annuelle [17].

Les intoxications chroniques sont, quant à elles, encore mal connues. Le CHSPF cite une enquête réalisée par SOS médecins dans 30 villes pendant l'hiver 1993-1994. La teneur en monoxyde de carbone a été mesurée au cours de quelques 367 000 visites réalisées par SOS médecins. Le seuil de 50 ppm<sup>14</sup> a été dépassé pour 137 visites (3,7 pour 10 000 actes). Le CHSPF extrapole ces résultats à l'ensemble des visites réalisées en France et estime que quelques 17 000 foyers (correspondant à 65 000 patients) pourraient être potentiellement repérés si toutes les visites médicales se déroulaient avec un analyseur d'atmosphère.

Depuis 1994, la ville de Strasbourg réalise des campagnes annuelles de sensibilisation au risque d'intoxication par le CO. Son objectif principal est de mieux faire connaître les signes d'intoxication et de responsabiliser les usagers vis-à-vis de leur obligation d'entretien des installations de chauffage. Dans ce cadre, le service d'hygiène peut intervenir gratuitement à la demande des habitants pour contrôler l'atmosphère de leur domicile. Entre l'hiver 1994-95 et l'hiver 2004-2005, 1 323 visites à domiciles ont été réalisées, permettant d'étudier 1 822 appareils à combustion (chauffe-eau, cuisinière à gaz, chauffage...). Au cours de cette période, 98 situations graves avec refoulement de CO (au moins 30 ppm) ont été repérées (7,4 % des visites)<sup>15</sup>. Au total 297 personnes exposées à un risque d'intoxication ont ainsi pu être aidées. Ces données ne peuvent pas être extrapolées à l'ensemble de la population de la ville : les personnes qui font appel au service de la ville ne sont pas nécessairement représentatives de la population strasbourgeoise.

#### **2.1.2.4. Le radon**

Des campagnes de mesures réalisées dans des vallées vosgiennes ont permis aux services santé environnement des deux DDASS de constater des taux élevés dans l'atmosphère de certains établissements recevant du public. Les dernières mesures datent de 2003 dans le Bas-Rhin : 8 établissements étaient au-dessus du seuil de 400Bq/m<sup>3</sup>, dont deux au-dessus de 1000 Bq/m<sup>3</sup><sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Selon les recommandations de l'OMS Europe [49], les valeurs seuil à ne pas dépasser sont : 90 ppm sur 15 minutes / 50 ppm sur 30 minutes / 25 ppm sur 1 heure / 10 ppm sur 8 heures. Ces seuils ont été fixés pour que le taux de carboxyhémoglobine ne dépasse pas 2,5%.

<sup>15</sup> Source de ces données : Ville de Strasbourg – Service Hygiène et Santé

<sup>16</sup> Les pouvoirs publics, prenant en compte l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France, ont entériné le seuil d'alerte de 1 000 Bq/m<sup>3</sup>, mais retiennent comme objectif de précaution le seuil de 400 Bq/m<sup>3</sup>, valeur incitative pour les bâtiments existants.

A l'heure actuelle, ni le Bas-Rhin, ni le Haut-Rhin n'ont été classés comme départements à risque vis-à-vis du radon.

Dans les départements qui sont classés à risque, les maires ont l'obligation de faire des mesures dans les établissements recevant du public suivants: établissements d'enseignement et internats, établissements sanitaires, établissements pénitentiaires, établissements thermaux.

Cette obligation ne s'applique donc pas actuellement en Alsace, à l'exception des bâtiments pour lesquels des analyses antérieures ont déjà mis en évidence une concentration en radon supérieure au seuil d'alerte (400 Bq/m<sup>3</sup>).

Par ailleurs, les campagnes de dépistage ne peuvent plus être réalisées par les DDASS comme par le passé, toute mesure devant être réalisée par un organisme agréé par le Ministère pour pouvoir être prise en compte. C'est l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire) qui détermine les critères de classement des départements<sup>17</sup>.

#### **2.1.2.5. L'amiante**

Il n'y a pas, à l'heure actuelle, de connaissance régionale concernant le nombre de logements concernés par la présence d'amiante.

Selon le code de la santé publique, les propriétaires ont l'obligation de rechercher la présence d'amiante (flocage, calorifugeage, faux plafonds) si le permis de construire date d'avant 1997 et de vérifier l'état de ces sources potentielles d'amiante dans l'air. Selon le résultat, le propriétaire doit assurer un suivi régulier, une mesure des teneurs en amiante dans l'atmosphère ou des travaux de confinement ou de retrait de l'amiante (R1334-14 à R1334-22).

A l'occasion des ventes, un dossier technique amiante doit être fourni à l'acheteur (R1334-23 à R1334-28).

## **2.2. Le saturnisme**

### **2.2.1. Effets sur la santé et sources d'intoxication au plomb**

Le saturnisme est une intoxication aiguë ou chronique au plomb, qui pénètre dans l'organisme par voie digestive ou respiratoire. La toxicité est essentiellement neurologique, hématologique, et rénale. Pendant la grossesse, le plomb passe librement de la mère à l'enfant.

Le plomb a été classé par le CIRC dans le groupe 2B (peut-être cancérogène pour l'homme), et ses dérivés inorganiques dans le groupe 2A (probablement cancérogènes pour l'homme – publication en préparation).

Le saturnisme est historiquement lié à la santé au travail, dimension qui ne sera pas abordée ici.

---

<sup>17</sup> Ces deux derniers paragraphes ont été rédigés par Mme Valérie Bonneval de la DDASS du Haut-Rhin.

La source principale de contamination par le plomb est la peinture d'habitations anciennes qui peuvent contenir de la céruse (carbonate de plomb), matériau dont l'utilisation a été interdite en France en 1948. Le plomb peut également avoir une origine industrielle (l'exemple le plus connu est probablement celui de Métaeurop Nord, l'InVS signale également des enquêtes menées autour des sites de Métaeurop à Arnas dans le Rhône, Métal Blanc dans les Ardennes...). Avant la généralisation des essences sans plomb, la pollution automobile représentait également une source significative de plomb dans l'environnement. Enfin, l'action d'une eau douce (peu minéralisée sur des canalisations au plomb) peut être à l'origine d'une exposition au plomb par l'eau de boisson.

Le saturnisme infantile est particulièrement préoccupant : les jeunes enfants sont à la fois plus exposés du fait de leur comportement (activité main-bouche...), et plus vulnérables aux effets toxiques du plomb sur leur système nerveux. Une intoxication prolongée à un niveau faible de plomb peut être à l'origine de troubles cognitifs : une élévation de 100µg/l de la plombémie (qui est l'indicateur le plus fiable de l'intoxication au plomb) est associée à une diminution de 1 à 3 points de Quotient Intellectuel. Des effets sur l'audition ont été décelés avec des plombémies inférieures à 100µg/l [30]. A titre de comparaison, s'il n'y pas de seuil inférieur de danger chez l'enfant, aucun effet toxique du plomb n'a été établi sous un seuil de 400µg/l de sang chez l'adulte.

### **2.2.2. Le système de surveillance épidémiologique : données régionales**

Décrite par une circulaire de 2004 (Circulaire DGS/2004/185 du 21 avril 2004), le système de surveillance nationale du saturnisme chez l'enfant mineur intègre deux volets. D'une part la déclaration obligatoire du saturnisme infantile (prévu par la loi depuis 1998, mais mis en place en 2004), qui passe par les médecins inspecteurs des DDASS, d'autre part la surveillance des plombémies réalisées, dont le référent régional est le Centre Anti-Poison (CAP) [12].

A l'heure actuelle, les données de la déclaration obligatoire ne sont pas disponibles. Un bilan pour l'année 2003 (source DRASS Alsace) montre qu'aucun cas de saturnisme infantile n'a été signalé sur la région.

Selon les données du système national de surveillance antérieur à 2004 (basé sur un recueil par les Centres Anti-Poison, source InVS<sup>18</sup>), seules 9 plombémies auraient été réalisées chez des enfants en Alsace entre 1992 et 2002, parmi lesquelles 5 plombémies seraient supérieures au seuil de 100µg/l. Il semble que ces données sous-estiment la réalité : des campagnes de dépistages ont en effet été réalisées à Strasbourg en 1997, puis à Bischwiller et Haguenau. La dernière campagne de dépistage a concerné Soufflenheim en 2005 (des plombémies ont été réalisées pour 60 enfants scolarisés, une seule plombémie s'est avérée positive, mais a été infirmée par une seconde prise de sang). Cette campagne a été motivée par la découverte de 3 cas d'enfants intoxiqués, en lien avec la profession de leurs parents (potier).

Les données pour l'année 2004, transmises directement par le Centre Anti-Poison font état de 83 plombémies réalisées (dont deux jeunes adultes). Les 81 plombémies d'enfants de moins

---

<sup>18</sup> Ces données sont disponible sur : <http://www.invs.sante.fr/surveillance/saturnisme/default.htm>

de 18 ans correspondent à 76 personnes. 10 plombémies se sont avérées positives, correspondant à 6 enfants (4 familles).

Une analyse des plombémies prescrites en médecine de ville (source URCAM, informations transmises par la DRASS Alsace) montre une moyenne annuelle de 38 plombémies pour des enfants de moins de 7 ans (observation de début novembre 2002 à fin octobre 2004). Elles sont plus de trois fois sur quatre prescrites par un médecin généraliste (77%), les autres plombémies sont prescrites par un pédiatre. Tous âges confondus, l'Assurance Maladie répertorie 205 plombémies en moyenne par an.

### **2.2.3. Le risque d'accessibilité au plomb**

Le Haut-Rhin comme le Bas-Rhin ont été classés sur l'intégralité de leur territoire comme zone à risque de plomb (arrêté préfectoral du 25 avril 2003 dans le Haut-Rhin, arrêté préfectoral du 24 décembre 2003 dans le Bas-Rhin).

A partir du 1<sup>er</sup> septembre 2003 dans le Haut-Rhin et du 1<sup>er</sup> mars 2004 dans le Bas-Rhin, un état des risques d'accessibilité au plomb (ERAP) doit être annexé à toute promesse de vente de bien immobilier datant d'avant l'interdiction de l'usage du carbonate de plomb (1948). Les ERAP positifs, c'est-à-dire ceux qui concluent à une accessibilité au plomb dans le logement (peintures au plomb écaillées par exemple...), sont communiquées aux services santé environnement des DDASS quand la vente est conclue.

Entre mars et décembre 2004, la DDASS du Bas-Rhin a reçu 866 ERAP positifs. Sur les 673 dossiers relevant de la DDASS (les autres relèvent du Service Communal d'Hygiène et de Santé de la Ville de Strasbourg), 235 (34,8%) ne présentent pas en fait d'accessibilité au plomb (l'ERAP n'est pas positif), ou une accessibilité très limitée (une seule mesure est positive). Sur 406 courriers envoyés à l'acquéreur, 85% ont eu une réponse (345 réponses). Dans près d'un cas sur deux (44,6%), l'acquéreur signale la présence d'enfants<sup>19</sup>. Dans le Haut-Rhin, le nombre d'ERAP transmises à la DDASS en 2004 (année complète) est de l'ordre de 900.

Il n'est pas possible de calculer le pourcentage des ERAP positifs rapportés au nombre total de ventes concernées. En effet, le nombre d'ERAP négatifs est inconnu à ce jour.

## **2.3. Des pistes d'amélioration des connaissances du lien santé et bâtiment**

Les informations régionales sur le lien entre bâtiment et santé ne sont pas rares en Alsace. La diversité des systèmes d'informations dont elles sont issues (surveillance épidémiologique pour le saturnisme et l'intoxication au monoxyde de carbone, données d'enquêtes sur la qualité de l'air, activité des services de santé environnement...) ne facilite pas l'observation de ce lien à l'échelle de la région.

---

<sup>19</sup> Ces données ont été communiquées par le service Santé et Environnement de la DDASS 67



Le travail réalisé ici n'est qu'une première approche des connaissances sur cette question, en particulier à l'échelle régionale. Il permet toutefois d'entrevoir des pistes d'amélioration de l'observation du lien entre santé et environnement sur ce champ :

- Le système de surveillance des intoxications au monoxyde de carbone ne permet pas d'observer les situations d'exposition chroniques. Un groupe de travail de la DGS étudie à l'heure actuelle l'amélioration de ce système, dans l'esprit du rapport du CHSPF (rapport Salines [17]). Une piste à envisager pourrait être la réalisation d'une enquête sur le modèle de ce qui a été fait par SOS médecins en 1994-1995, en équipant un groupe de médecins d'appareils de mesure de la teneur en CO.

- En ce qui concerne la question du saturnisme, il pourrait être intéressant de réaliser un bilan régional présentant l'historique des campagnes de dépistage, et de leurs résultats, des données du système de surveillance, des données sur l'accessibilité au plomb (est-il possible de connaître les ERAP négatifs ?).

- La question de l'exposition à l'amiante (hors exposition professionnelle), n'a pas pu être approfondie ici. Si ses effets sur la santé sont bien connus, il resterait à chercher à évaluer les niveaux d'exposition dans les logements alsaciens.



### **3. Pollution des eaux souterraines et santé**

La nappe phréatique rhénane permet de couvrir la majeure partie des besoins en eau potable en Alsace (*75% des besoins en eau domestique, 50% des besoins en eau industrielle et la quasi-totalité de l'eau d'irrigation* [43]). Cette ressource naturelle est fragile et soumise aux effets de l'agriculture intensive, des rejets industriels et aux conséquences d'une densité de population élevée. Selon le dernier inventaire de la qualité des eaux souterraines, en 2003 : l'eau est impropre à la production d'eau potable sur 40% de la surface de la nappe (voir plus loin).

Dans cette partie les eaux souterraines seront essentiellement considérées comme ressource d'eau potable, étant entendu que pour être consommée, cette ressource doit passer par un système de distribution d'eau potable. La question des contrôles de la qualité des eaux distribuées pour la consommation humaine ne sera pas abordée dans cette revue de la littérature.

#### **3.1. Les polluants des eaux souterraines et les effets sur la santé**

Les polluants possibles de la nappe phréatique étant particulièrement nombreux, nous n'aborderons ici que les polluants observés à l'heure actuelle dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux souterraines en Alsace (voir plus loin).

##### **3.1.1. Les nitrates**

La présence importante de nitrates dans les eaux souterraines (voir partie 3.2) est directement liée à l'agriculture intensive. Les risques liés à la santé sont de deux ordres. Les nitrates peuvent être à l'origine d'une méthémoglobinémie chez les nourrissons de moins de 6 mois (modification de l'hémoglobine limitant la capacité de transport de l'oxygène par le sang). Les nitrates auraient également un pouvoir cancérogène, qui passerait par la formation de nitrosamines. Le CIRC va lancer au mois de décembre 2005 une étude monographique qui devra conclure sur cette question à partir des résultats scientifiques disponibles.

##### **3.1.2. Les produits phytosanitaires (ou pesticides)**

Les pesticides, encore appelés produits phytosanitaires, sont des produits biologiquement actifs, utilisés en agriculture pour lutter contre les parasites végétaux, fongiques ou animaux (insectes, vers nématodes...). On dénombre environ 800 molécules, dont 400 sont utilisées en France [33]. Pour être mis sur le marché ces composés doivent faire l'objet d'une autorisation après un contrôle de leurs effets toxicologiques à court et moyen terme (directive 91/414/CEE).

Ils ne sont cependant pas exempts de conséquences sur la santé de l'homme comme en atteste un grand nombre de travaux. Si les études réalisées à ce sujet s'intéressent en premier lieu aux expositions professionnelles (intoxications aiguës mais aussi effets à long terme), les pesticides et leurs résidus peuvent contaminer les aliments, l'air, l'eau (et en particulier les

eaux souterraines, comme on l'observe dans la nappe phréatique en Alsace). L'ensemble de la population peut donc être concernée par une exposition à des niveaux plus faibles de ces molécules. Des effets à long terme d'expositions peuvent être craints : soit par accumulation de pesticides s'éliminant mal, soit par accumulation d'effets toxiques irréversibles. La convention de Stockholm<sup>20</sup> organise à un niveau international la lutte contre 12 polluants organiques persistants, dont 8 sont des pesticides.

#### **3.1.2.1. Pesticides et cancers**

Des études suggérant des liens entre l'exposition aux pesticides et certains cancers (lymphomes, leucémie, myélomes...) ont été recensées par une revue de la littérature réalisée en France en 1998 [9], ainsi que par un rapport rendu en 2005 par la « Royal commission on environmental pollution » [57]. Les conclusions sont encore très contradictoires et controversées. Une étude française récente laisse présager un lien entre tumeurs cérébrales et pesticides [10].

Dans le cas de l'atrazine<sup>21</sup>, pesticide le plus retrouvé dans la nappe phréatique alsacienne (voir partie 3.2) : le CIRC a conclu qu'elle était « inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme », c'est à dire en groupe 3. Il en va de même pour la simazine, autre pesticide retrouvé fréquemment. Les autres pesticides cités dans l'inventaire de la qualité des eaux souterraines de 2003 [38] n'ont pas fait l'objet d'évaluations par le CIRC.

#### **3.1.2.2. Pesticides et maladies neurologiques**

Des résultats récents d'une enquête européenne sur la maladie de Parkinson (Geoparkinson) montrent que l'exposition à des pesticides augmente le risque d'être touché par cette maladie (le risque augmentant avec les doses croissantes de pesticide). Un jardinier amateur verrait son risque augmenter d'environ 9%, contre 43% pour des agriculteurs plus exposés. Ces liens sont faibles en comparaison aux facteurs génétiques par exemple. Il n'a pas été possible d'incriminer une molécule ou un groupe de molécules en particulier [57].

D'autres effets signalés par les revues de littérature concerneraient les troubles anxio-dépressifs, des troubles de la mémoire... Ces effets neurologiques ont été particulièrement étudiés vis à vis de certains pesticides inhibiteurs de l'acétylcholinestérase, enzyme qui agit sur un neurotransmetteur majeur chez l'homme [9].

#### **3.1.2.3. Pesticides et reproduction**

Là encore, la question est très controversée. Certains pesticides comme le DDT ont un effet de perturbation endocrinienne reconnu. A l'heure actuelle le rôle des pesticides dans la stérilité masculine ou dans l'apparition d'anomalies congénitales n'est pas avéré, en dehors d'une molécule : le dibromochloropropane (DBCP) qui est un nématocide (destructeur de vers nématodes). La « perturbation endocrinienne » est testée avant la mise sur le marché d'une nouvelle molécule.

---

<sup>20</sup> Le texte de cette convention internationale est disponible au : <http://www.pops.int/>

<sup>21</sup> Ce pesticide de la famille des triazines (famille à laquelle appartient également la simazine) a été largement utilisé pour le désherbage du maïs. Il est interdit en France depuis 2003, et en Allemagne depuis 1991.

#### **3.1.2.4. D'autres effets sur la santé des pesticides**

Parmi les autres effets sur la santé étudiés, on peut citer en particulier une augmentation des pathologies cardiovasculaires observées chez des ouvriers indiens exposés aux pesticides (avec une relation dose-effets) [9].

#### **3.1.3. L'arsenic**

L'arsenic dans l'eau de boisson a été classé comme cancérigène chez l'homme (groupe 1) par le CIRC. L'arsenic peut être associé à des cancers de la peau, du poumon, de la vessie et du rein. Les premières atteintes d'une exposition prolongée sont cutanées. D'autres effets sont cités par l'OMS comme « moins évidents » : hypertension, maladies cardiovasculaires, diabète et effets sur la procréation sont ainsi cités par certaines études [21].

#### **3.1.4. Les solvants chlorés (ou composés organo-halogénés volatils)**

Certains solvants chlorés retrouvés dans la nappe phréatique sont possiblement cancérigènes chez l'homme. Le trichloréthylène et le tétrachloréthylène, qui représentent à eux seuls deux tiers des organochlorés observés sont classés par le CIRC dans le groupe 2 A.

Solubles et faiblement dégradés ils sont liés à la présence d'agglomérations et de zones industrielles (dégraissage de pièces mécaniques, nettoyage à sec, utilisation de détachants ou de dissolvants par les ménages). Très volatils, ils peuvent être entraînés par les pluies dans les sols et les eaux souterraines.

### **3.2. La nappe phréatique Alsace**

Les ressources en eaux souterraines sont surveillées (en quantité et en qualité) par deux réseaux en Alsace : le réseau national de connaissance des eaux souterraines (réseau de bassin des eaux souterraines pour le Ministère de l'écologie et du développement durable) qui comporte une quarantaine de points de contrôle et le réseau de surveillance de la nappe d'Alsace et de la nappe du pliocène de Haguenau (200 points gérés par l'APRONA : association pour la protection de la nappe d'Alsace, et 720 points pour l'inventaire de la qualité par la région) [22].

Selon l'inventaire 2003 de la qualité des eaux souterraines [38], qui surveille la nappe superficiellement ainsi qu'à 50 m de profondeur :

- **Nitrates** : la teneur moyenne sur l'ensemble de la zone d'étude est de 28,9mg/l et de 26,9mg/l en Alsace<sup>22</sup>, ce qui représente une relative stabilité depuis l'inventaire de 1997. En Alsace et dans le Bade-Wurtemberg, la pollution est diffuse : 40% des points de mesure sont à plus de 25mg/l. Les zones de forte teneur (25-50 mg/l) sont localisées entre Bâle et Strasbourg, sur la plaine d'Alsace (culture de maïs). La limite

---

<sup>22</sup> La valeur guide européenne est de 25mg/l. La limite de potabilité est à 50mg/l.

de potabilité (50mg/l) est dépassée dans 11,6% des points en Alsace (17% sur l'ensemble du Fossé Rhéna).

- **Produits phytosanitaires** : il s'agit d'une pollution de plus en plus présente. L'atrazine et ses produits dérivés sont les principaux pesticides retrouvés. La limite de potabilité de 0,1µg/l est dépassée dans 16,8% des points en Alsace (20,3% en 1997). Ces molécules sont très rémanentes : elles sont encore retrouvées dans le Bade-Wurtemberg, alors qu'elles ont été interdites en Allemagne en 1991. Les zones de forte pollution sont situées au nord de Mulhouse et dans le piémont oriental du Sundgau. A l'échelle de la vallée du Rhin Supérieur, c'est en Alsace que la teneur en « autres pesticides » est la plus importante (23% des points du réseau). Il s'agit principalement de Simazine (désherbage des voiries et des vignes) et de métolachlore (organochloré utilisé pour le désherbage du maïs).
- **Les chlorures** : ils sont historiquement liés à l'exploitation des mines de potasse. L'impact sur la nappe phréatique est presque totalement résorbé.
- **Solvants chlorés** : on retrouve principalement du tri- ou du tétrachloréthylène, ainsi que du chloroforme. Le seuil de potabilité (10µg/l) n'est dépassé que dans 3% des points sur le fossé rhéna. On retrouve une contamination à faible teneur sur 30% des points en Alsace et dans le Bade.
- Des teneurs en **Arsenic** d'origine naturelle supérieures au seuil de potabilité (50µg/l) ont été mises en évidence sur quelques sources de l'aquifère karstique des calcaires jurassiques [22]. Il faut rappeler, à ce propos que la situation à Ferrette (exposition de la population à une eau de boisson contenant de l'arsenic) a fait l'objet d'une étude de la DDASS du Haut-Rhin [32]. Elle concluait à la nécessité de trouver des solutions alternatives pour la distribution en eau de boisson. Dans son profil environnemental, la DIREN d'Alsace précise que ces solutions ont été trouvées (alimentation par les communes voisines...).

Les nappes du Sundgau apparaissent très vulnérables, avec des teneurs en nitrates qui augmentent et une pollution par des produits phytosanitaires qui se confirme [22].

### 3.3. Pistes d'amélioration des connaissances sur le lien santé environnement

Au regard des données présentées ici, on peut envisager des pistes d'amélioration de la connaissance régionale du lien santé environnement :

- A l'heure actuelle, la surveillance des eaux souterraines n'est pas accompagnée d'un volet sanitaire à proprement parler. La référence aux conséquences sanitaires possibles de la pollution durable de la nappe phréatique reste implicite, elle passe par la comparaison des taux observés aux normes réglementaires. Il pourrait être intéressant de joindre systématiquement à ces documents des rappels concernant les connaissances actuelles de l'impact sanitaire des produits mesurés.
- Une mise à jour régulière des connaissances sur les effets des polluants de l'eau sur la santé, à destination des décideurs et du grand public serait sans doute utile. Cela

permettrait de dépasser la stricte notion de seuil réglementaire, notion qui fait actuellement l'objet de critiques scientifiques [46]. L'utilité d'un tel travail est d'autant plus grande que les connaissances peuvent paraître floues ou contradictoires...

A un autre niveau que celui qui nous préoccupe ici, on ne peut que relayer l'appel de certains scientifiques pour un travail de grande ampleur sur les conséquences sanitaires de l'exposition à des pesticides.





## **4. Lien travail et santé**<sup>23</sup>

La question des relations entre travail et santé est vaste, aussi bien par la variété des facteurs de risque liés au travail (contraintes posturales, exposition à des produits chimiques, contraintes « psycho-sociales »...) que par la variété des pathologies liées à ces risques (troubles musculosquelettiques, cancers, troubles mentaux...).

Au même titre que l'alimentation, les conduites addictives ou l'environnement, le travail est un déterminant majeur de la santé des populations. Il n'est pas aisé de quantifier son poids propre en terme de morbidité ou de mortalité. En effet, il faudrait pour cela avoir, d'une part, une connaissance précise des risques relatifs associés à chaque type de facteur de risque (travaux d'épidémiologie analytique, réalisés à l'échelle nationale voire internationale) et d'autre part une vision claire des conditions de travail auxquelles sont soumis les actifs de la région (nombre de personnes exposées par type de facteur de risque, études descriptives à réaliser localement).

IMBERNON et GOLDBERG [34] avancent, sur la base d'une étude finlandaise, le nombre de 20 000 décès attribuables aux conditions de travail en 1999 à l'échelle de la France (environ 3 000 pour les femmes et 17 000 pour les hommes), c'est-à-dire 3,7 % de l'ensemble des décès.

En terme de morbidité perçue, une enquête complémentaire à l'enquête emploi de l'INSEE de mars 2002 [64] montre que parmi les personnes de 15 à 64 ans travaillant ou ayant travaillé et déclarant un problème de santé chronique ou un handicap (soit environ une personne sur quatre), 20 % attribuent ce problème de santé à leurs conditions de travail. Les agriculteurs et ouvriers sont les plus touchés par ces problèmes de santé (environ 30 % des ouvriers et 27 % des agriculteurs) et les relient plus souvent à leurs conditions de travail (27 % des ouvriers et 30 % des agriculteurs). La proportion est particulièrement forte pour les troubles musculosquelettiques (50 % des agriculteurs et 48 % des ouvriers associent ces troubles à leur travail). Les cadres font plus souvent le rapprochement entre dépression et activité professionnelle. Cette enquête est uniquement exploitable à l'échelle nationale et aucune donnée régionale n'est disponible à l'heure actuelle.

### **4.1. Quelles connaissances des conditions de travail ?**

A l'heure actuelle il n'existe pas de données donnant une vision globale des conditions de travail en Alsace. Les données décrites ici sont issues de deux enquêtes réalisées à l'échelle nationale.

---

<sup>23</sup> Cette partie est un extrait du travail rendu par l'ORSAL dans le cadre de la rédaction du diagnostic du Plan Régional de Santé Publique. Il a été mis à jour à l'occasion de la réalisation de cette synthèse en y intégrant les données de l'enquête SUMER 2001-2002, et les dernières données concernant les accidents du travail et les maladies professionnelles reconnues par l'Assurance Maladie.

### **4.1.1. L'enquête SUMER**

L'enquête SUMER se base sur un échantillon de médecins du travail représentatif à l'échelle du pays mais ne donne pas d'information régionale. Les données de l'enquête SUMER 2001-2002 sont encore en cours d'exploitation mais certains résultats sont déjà disponibles [5]. Le premier enseignement majeur tient dans l'évolution, entre 1994 et 2003, de l'exposition des salariés aux risques et pénibilités du travail : au-delà d'évolutions divergentes selon le type d'expositions, dont certaines sont en diminution, le constat global est à l'augmentation, notamment pour les ouvriers et les employés, dans la construction et l'agriculture.

Si les semaines longues (plus de 40 heures) sont moins fréquentes (20 % des salariés en 2003 contre 29 % en 1994), les contraintes organisationnelles concernent une majorité de salariés : 55 % d'entre eux sont en situation de devoir apporter une réponse rapide à une demande extérieure. L'informatisation des postes de travail et son utilisation comme mode de contrôle est en nette progression : elle ne concernait que 15 % des salariés en 1994 et en touche 27 % en 2003. Cette augmentation accompagne une baisse légère du contrôle permanent par la hiérarchie. Enfin, le sentiment de travailler dans l'urgence est relevé par près de 6 salariés sur 10, soit 12 points de plus qu'en 1994.

Les expositions au bruit et au travail sur écran s'accroissent (7 % des salariés sont exposés à des bruits nocifs, 25 % à d'autres bruits). Ces expositions sont particulièrement marquées pour certains secteurs (métallurgie ou industrie du bois par exemple pour l'exposition au bruit) ou certaines professions (cadres et employés administratifs pour le travail sur écran). Le travail répétitif marque quant à lui un léger recul (10 % des salariés en 2003 contre 13 % en 1994), alors que la manutention de charges lourdes concerne une proportion stable de salariés (13 %).

L'exposition aux risques biologiques est globalement stable (15 % des salariés), mais celle aux risques chimiques est en augmentation, surtout en défaveur des ouvriers qualifiés (31 % d'entre eux sont exposés à au moins trois produits contre 22 % en 1994). Dans cette catégorie de risque, il est possible de mettre l'accent sur l'exposition aux produits cancérigènes [31], qui concerne 14 % des salariés : les deux tiers des expositions se concentrent sur huit produits : huiles entières minérales, benzène, perchloroéthylène, trichloréthylène, amiante, poussières de bois, gaz d'échappement diesel et silice cristalline. Enfin, 1 % des salariés sont exposés à des produits mutagènes et reprotoxiques.

### **4.1.2. Les enquêtes de la DARES**

Les enquêtes Conditions de travail réalisées par la DARES en 1984, 1991 et 1998 sur un échantillon de salariés permettent d'approcher la notion de « charge mentale » au travail (sentiment de responsabilité, urgence, bruit, attention soutenue, moyens insuffisants ou relations tendues...) [15]. Ainsi, en 1998, 60 % des salariés disent craindre des sanctions (sur leur emploi ou leur rémunération) en cas d'erreur (pourcentage en hausse). Un salarié sur cinq considère qu'il doit toujours se dépêcher, et un sur quatre manque temps. Par ailleurs, 30 % des salariés vivent des situations de tension avec leur hiérarchie, 21 % avec leurs collègues. Ces tensions sont plus fréquentes pour les personnes exerçant des responsabilités d'encadrement. Les tensions avec le public concernent un salarié sur trois (employés de

commerce, métiers de la santé, policiers, enseignants...). Elles sont de plus en plus fréquentes pour toutes ces catégories, en particulier pour les enseignants, qui se retrouvent de plus en plus en contact avec des populations en difficulté.

En terme d'organisation du travail, l'enquête de 1998 montre que la situation se dégrade entre 1984 et 1998 : développement du travail à la chaîne pour les ouvriers (ouvriers qualifiés : 7,5 % en 1984 et 15 % en 1998, ouvriers non qualifiés : 20 % en 1984 et 30 % en 1998), du travail répétitif dans le secteur tertiaire, augmentation du travail sous la pression de normes de production (23% en 1998), délais plus courts [13]... Attention, ces observations, valables à l'échelle du pays et pour une période révolue (1984-1998) ne correspondent pas nécessairement à l'évolution récente des conditions de travail en Alsace.

## 4.2. Les accidents du travail

En ce qui concerne les accidents du travail, les seules données disponibles à l'échelle de la région sont celles de la branche accident du travail de l'Assurance Maladie (accidents indemnisés).

### Nombre et indice de fréquence des accidents du travail parmi les salariés affiliés au régime général d'Assurance Maladie en Alsace (1998-2004)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Accidents sur le lieu de travail	22 680	23 104	23 618	23 825	23 555	21 806	21 284
Indice de fréquence	45,0	44,6	44,3	43,9	42,9	39,6	39,3
AT graves	1 164	977	1 274	1 155	1 207	1 295	1 279
Indice de fréquence	2,31	1,89	2,39	2,13	2,20	2,35	2,36
AT mortels (y compris trajet)	51	41	49	37	42	34	42
dont trajets	24	20	23	15	17	14	23
Indice de fréquence	0,10	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,08

Source : service de gestion et de prévention des risques professionnels de la CRAMAM

Selon les statistiques du service de prévention et de gestion des risques professionnels de la CRAM Alsace-Moselle, si l'on ne tient compte que des accidents survenus au travail, on dénombre pour 2004 en Alsace 21 284 accidents du travail avec arrêt pour des salariés du régime général. Rapporté au nombre de salariés couverts, cet effectif correspond à un indice de fréquence de 39 pour mille. La tendance à la baisse que l'on observait au début des années 90 [51] semble se poursuivre (en 1989-1991 l'indice de fréquence s'élevait à 58 pour mille en Alsace).

En 2004, 1 279 accidents du travail ont entraîné une incapacité permanente, 19 ont été mortels. A ces accidents du travail proprement dits, il convient d'ajouter les 23 accidents du trajet mortels.

### 4.3. Les maladies professionnelles

Une maladie est « professionnelle » si elle est la conséquence de l'exposition d'un travailleur à un risque physique, chimique, biologique ou si elle résulte des conditions de travail dans lesquelles il exerce son activité.

#### 4.3.1. Les maladies professionnelles reconnues par l'Assurance Maladie

Comme pour les accidents du travail, les données présentées ici sont celles des indemnisations par le régime général d'Assurance Maladie.

Une maladie fait l'objet d'une « présomption d'origine » professionnelle à partir du moment où elle correspond à un des 98 « tableaux » définissant de façon stricte les pathologies concernées, les conditions d'exposition et le délai entre la fin de l'exposition et l'apparition de la maladie. La loi du 27 janvier 1993 a modifié la procédure de reconnaissance du caractère professionnel des maladies. Cette loi permet d'une part de reconnaître une maladie figurant dans un tableau même si toutes les conditions (délai, durée d'exposition, liste limitative de travaux...) ne sont pas remplies, elle permet d'autre part de reconnaître le caractère professionnel de maladies non mentionnées dans un tableau. C'est alors le Comité Régional de Reconnaissance des Maladies Professionnelles (CRRMP)<sup>24</sup> qui statue sur l'origine professionnelle.

#### Nombre de nouvelles indemnisations de maladies professionnelles pour des salariés affiliés au régime général d'Assurance Maladie en Alsace et indices de fréquence pour 1 000 salariés (1998-2004)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Affections périarticulaires	296	430	468	529	833	1 012	1 132
Affections du rachis lombaire	-	11	43	37	58	65	69
Affections liées à l'amiante	4	6	20	7	8	9	13
Autres affections	59	55	92	71	80	76	101
Nombre de MP réglées	359	502	623	644	979	1 162	1 315
Indice de fréquence	0,71	0,97	1,17	1,19	1,78	2,11	2,43

Source : service de gestion et de prévention des risques professionnels de la CRAMAM

En Alsace, en 2004, l'Assurance Maladie a versé 1 315 indemnisations pour des maladies professionnelles (indemnité journalière ou autre type de versement...). Les affections périarticulaires représentent la très grande majorité de ces versements (1 132, soit 86 % du total). Si le nombre de nouvelles indemnisations augmente chaque année, ceci peut s'expliquer en partie par une augmentation du nombre de tableaux, un élargissement de

<sup>24</sup> Les membres du Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP) sont désignés pour quatre ans par un arrêté du préfet de région sur proposition du Directeur régional des affaires sanitaires et sociales. Il se compose du médecin conseil régional ou son représentant, du médecin inspecteur régional du travail ou son représentant, d'un professeur d'université praticien hospitalier, ou d'un praticien hospitalier; particulièrement qualifié en matière de pathologie professionnelle, ainsi que des suppléants. L'ingénieur-conseil, chef de service de prévention de la Caisse régionale d'assurance maladie est obligatoirement entendu par le comité. La victime et l'employeur peuvent être entendus par le comité si celui-ci l'estime nécessaire.

certain tableaux (évolution des critères d'inclusion) et la possibilité de reconnaissance hors tableau. Toutefois, en terme d'effectif, l'augmentation est essentiellement due à la hausse des affections périarticulaires indemnisées (+282 % entre 1998 et 2004 : soit 836 premières indemnités de plus). Les premières indemnités pour les autres tableaux augmentent globalement de 190 % entre 1998 et 2004, cette hausse correspondant en fait à 120 premières indemnités de plus en 2004 par rapport à 1998.

Les indemnités de maladies professionnelles donnent une image très limitée de la réalité des maladies professionnelles.

C'est particulièrement le cas pour les cancers professionnels. En effet, une étude de l'InVS portant sur certains sites de cancers montre de nettes différences entre le nombre de cas attribuables à des facteurs professionnels (à partir de données internationales) et le nombre de cas effectivement réparés au titre des maladies professionnelles [35]. Cette étude ne donne que des informations à l'échelle du pays dans son ensemble. Ainsi, pour les cancers du poumon : moins de 500 nouveaux cas sont indemnisés annuellement par l'Assurance Maladie (qui couvre 80 % de la population), alors qu'on estime qu'entre 2 400 et 5 400 cas incidents sont liés à des facteurs de risques professionnels. Pour les cancers de la vessie, on estime entre 600 et 1 100 les cas attribuables à des facteurs de risques professionnels, contre seulement 7 cas indemnisés par l'Assurance Maladie. En ce qui concerne le cancer de la plèvre, malgré les efforts consacrés à la reconnaissance de cette maladie largement liée à des expositions professionnelles à l'amiante, sur 550 cas incidents, seuls 297 sont indemnisés par l'Assurance Maladie.

Une thèse réalisée en Alsace permet d'extrapoler ces résultats au département du Haut-Rhin, en appliquant aux données du registre des cancers les taux d'imputabilité professionnelle estimée par l'InVS [58]. Ce travail aboutit à des conclusions similaires.

Ce décalage entre le nombre de cancers attribuables à des facteurs professionnels et le nombre de cas effectivement indemnisés s'explique en partie par une difficulté à établir le lien entre un cancer et une exposition professionnelle particulière, surtout dans le cas de cancers très fréquents et multifactoriels (cancers du poumon). Dans le cas de cancers plus rares et pratiquement monofactoriels (mésothéliome et amiante par exemple), le pourcentage des indemnités est plus élevé.

Le décalage s'explique sans doute également par des temps de latence importants entre le moment de l'exposition et celui de l'apparition de la maladie. Il peut être difficile de reconstituer le parcours professionnel d'un patient et de faire la liste des facteurs cancérigènes auxquels il a été exposé au cours de sa carrière. Cette démarche est d'autant moins aisée que les médecins du travail ont souvent perdu le contact avec le patient au moment où la maladie se déclare (après la retraite).

Des études citées par E. IMBERNON [35] montreraient que c'est au niveau de la déclaration<sup>25</sup> que réside la limite de la reconnaissance des maladies professionnelles (des personnes pour lesquelles une déclaration auprès de l'Assurance Maladie serait justifiée, ne la font pourtant pas...).

---

<sup>25</sup> Elle est faite par le salarié ou l'ancien salarié auprès de l'Assurance Maladie, en général grâce aux conseils d'un professionnel de santé.

### **4.3.2. Les maladies à caractère professionnel <sup>26</sup>**

Un dispositif légal (article L-461.6 du code de la Sécurité Sociale) prévoit la déclaration obligatoire auprès de l'inspection du travail (médecin inspecteur régional du travail et de la main d'œuvre), de toute maladie à caractère professionnelle (MCP). Cette obligation concerne l'ensemble des médecins (et pas uniquement les médecins du travail). Une maladie dont l'origine professionnelle est vraisemblable mais qui n'entre pas dans le cadre strict d'un tableau de réparation, ou qui n'a pas été déclarée par le salarié en vue de réparation doit donc être déclarée par le médecin qui en a la connaissance.

Malgré de nouvelles modalités de déclarations (elle se fait désormais de façon anonyme et directement au Médecin Inspecteur Régional du Travail et de la Main d'œuvre et non plus de façon nominative à l'inspecteur du travail dont dépend l'entreprise du salarié signalé), les MCP sont rarement déclarées (112 cas en 2002 en Alsace). La plupart des déclarations proviennent de médecins du travail, ou du service de pathologies professionnelles, ce qui illustre la nécessité de sensibiliser l'ensemble du corps médical à la question du lien entre travail et santé.

### **4.4. La santé des demandeurs d'emploi**

Si les conditions de travail ont des effets sur la santé des actifs, il faut également souligner qu'un ensemble d'études nationales ont mis en lumière le lien entre santé et chômage. Réalisant une revue de littérature sur ce sujet, C. SERMET et M. KHLAT [60] montrent que les travaux menés en France confirment tous une nette inégalité de santé entre les demandeurs d'emplois et les actifs occupés. Cette inégalité s'exprime aussi bien en terme de mortalité générale (dans les 5 ans qui suivent la perte d'emploi, le risque de décès est multiplié par 3 pour les hommes, par 2 pour les femmes), que de morbidité (dégradation de la santé psychique comme somatique, vieillissement précoce...).

Les études françaises montrent d'une part que le chômage peut être une cause de dégradation de la santé (hypothèse de causalité) et d'autre part qu'il peut être la conséquence d'un problème de santé (hypothèse de sélection). Les mécanismes de la relation entre santé et perte d'emploi sont encore mal connus. Ils sont sans doute multiples et partiellement liés à la dégradation des conditions de vie consécutive au chômage (problèmes financiers, stress, isolement social, perte de l'estime de soi, adoption de comportements à risque...).

A l'heure actuelle, les résultats d'études sur cette question restent très disparates. Les connaissances sur les pathologies impliquées, sur les comportements à risque (augmentation de la consommation de tabac, d'alcool, parmi les chômeurs) sont encore limitées.

---

<sup>26</sup> Les éléments cités dans cette partie sont extraits du travail de C. Chauvin-Wacker [16]

## **5. Cancers et environnement**

Dans les 4 parties précédentes, le lien entre des facteurs environnementaux, ou professionnels et l'apparition de cancers a déjà été évoqué. Cette partie présente dans un premier temps des éléments d'épidémiologie des tumeurs au travers des données de mortalité ou d'enregistrement de la morbidité par le registre du Haut-Rhin et celui du Bas-Rhin. Dans un second temps il s'agit d'étudier la question du nombre de cancers attribuables à des facteurs environnementaux.

### **5.1. Les tumeurs en Alsace : un cumul d'indicateurs négatifs <sup>27</sup>**

Les tumeurs sont à l'origine de 4 100 décès annuels (moyenne 1998-2000) et constituent la première cause de mortalité chez l'homme (34 % des décès) et la deuxième chez la femme (23 %). En terme de morbidité, les deux registres de la région ont recensé au total 7 715 nouveaux cas (hors carcinomes basocellulaires) en moyenne annuelle sur la période 1997-1999 et plus de 7 100 Alsaciens ont été admis chaque année en affections de longue durée (ALD) pour tumeur maligne entre 2000 et 2002.

Chez l'homme, les deux premières localisations cancéreuses en fréquence sont d'une part, la trachée, les bronches et le poumon et, d'autre part, les voies aéro-digestives supérieures (VADS). Ces types de cancers sont liés à un certain nombre de facteurs de risques, dont les plus importants sont une consommation excessive d'alcool et/ou le tabac. Viennent ensuite les tumeurs du côlon-rectum et de la prostate. Ces quatre localisations représentent à elles seules plus de la moitié des décès masculins par cancer.

Chez la femme, les quatre premières localisations (sein, côlon-rectum, trachée-bronches-poumon et ovaires) sont également à l'origine de la moitié des décès par cancer.

---

<sup>27</sup> Cette partie est un extrait intégral d'un travail réalisé par l'ORSAL à la demande de la DRASS dans le cadre du diagnostic du Plan Régional de Santé Publique [36]

## Mortalité par cancer pour les principales localisations en Alsace en 1998-2000

Libellé	Nb de décès moyen annuel		Evolution du taux de mortalité depuis 1988-90*	% de décès prématurés	ICM 1998-2000***
	1998-2000	Evo. depuis 1988-90			
<b>Hommes</b>					
Trachée, bronches et poumon	569	+ 7,9%	- 10,8%	38,6%	103,6
VADS**	260	- 18,1%	- 27,9%	49,3%	99,3
Côlon-rectum	252	- 1,0%	- 20,9%	19,9%	121,4
Prostate	221	+ 0,2%	- 15,1%	10,0%	106,2
Pancréas	106	+ 11,2%	- 12,7%	34,1%	113,8
Estomac	93	- 3,1%	- 26,0%	30,5%	114,7
Vessie	80	- 4,8%	- 19,9%	20,0%	96,9
Leucémie	72	+ 17,4%	- 5,6%	28,2%	111,2
<b>Ensemble des cancers</b>	<b>2 344</b>	<b>+ 2,7%</b>	<b>- 15,9%</b>	<b>32,7%</b>	<b>105,9</b>
<b>TOUTES CAUSES</b>	<b>6 793</b>	<b>- 5,7%</b>	<b>- 21,7%</b>	<b>29,6%</b>	<b>104,0</b>
<b>Femmes</b>					
Sein	285	- 2,2%	- 15,3%	33,7%	96,1
Côlon-rectum	228	- 2,4%	- 15,8%	16,3%	114,8
Trachée, bronches et poumon	145	+ 55,4%	+ 35,5%	31,3%	126,1
Ovaires	109	+ 7,9%	- 5,3%	32,5%	123,7
Utérus	98	- 14,6%	- 25,2%	26,6%	123,8
Pancréas	93	+ 1,1%	- 12,8%	18,0%	110,8
Leucémie	68	+ 6,8%	- 4,6%	27,5%	114,3
Estomac	57	- 27,0%	- 37,6%	20,0%	107,1
<b>Ensemble des cancers</b>	<b>1 628</b>	<b>+ 2,9%</b>	<b>- 10,6%</b>	<b>25,2%</b>	<b>109,3</b>
<b>TOUTES CAUSES</b>	<b>7 240</b>	<b>+ 1,7%</b>	<b>- 19,5%</b>	<b>12,7%</b>	<b>111,5</b>

Sources : Inserm CépiDC, INSEE estimations de population, Exploitation ORSAL

Les décès prématurés correspondent aux décès survenant avant 65 ans

\* Entre 1989 et 1999

\*\* Voies aéro-digestives supérieures : lèvres, cavité buccale, pharynx, larynx et oesophage

\*\*\* Indice comparatif de mortalité. France métropolitaine = 100

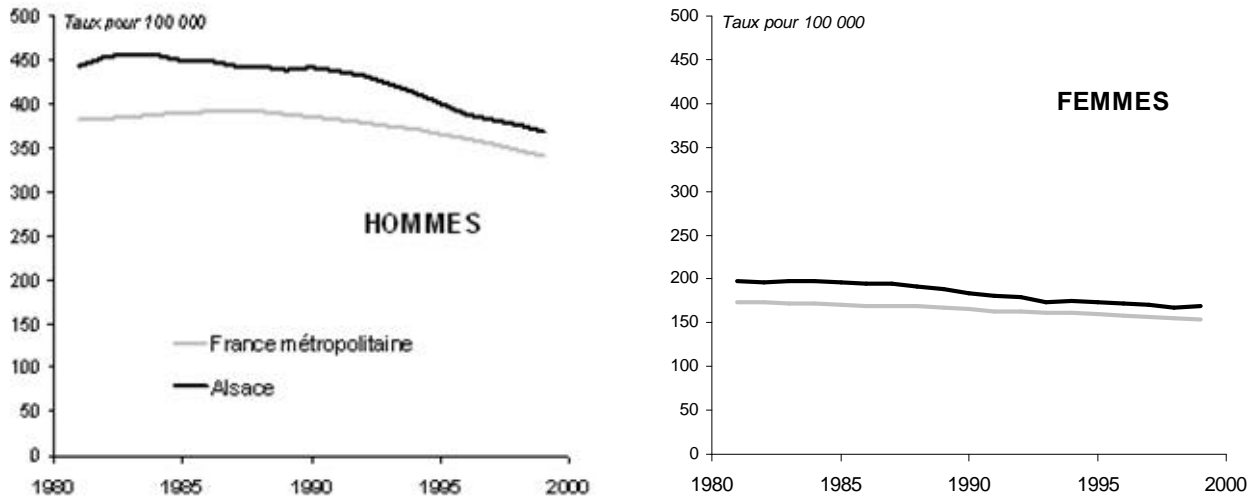
Le taux de mortalité est le rapport entre le nombre de décès et la population. Ainsi, si l'augmentation de la population est plus rapide que l'augmentation du nombre de décès, le taux de mortalité diminue alors que le nombre de décès augmente.

L'Alsace cumule les indicateurs négatifs pour ces pathologies. La mortalité est supérieure dans la région à la moyenne nationale (+ 5 %), mais également à la moyenne de l'Europe des 15 (+ 10 % ; source Eurostat). Pour les deux sexes, cette surmortalité s'explique, en particulier, par la fréquence de décès par cancers du côlon-rectum (+16 %, second taux le plus élevé des régions françaises) et du rein (+ 31 %, taux le plus élevé de France). Pour les femmes en particulier, les taux de décès par cancers du poumon (+ 26 %), de l'utérus (+ 24 %) et des ovaires (+ 24 %) sont parmi les plus élevés de métropole.

La très mauvaise situation de la région s'observe également en terme d'incidence (nombre ou taux de nouveaux cas de cancers). Les incidences qu'enregistrent les deux registres départementaux sont parmi les plus élevées dans un ensemble de 18 registres européens situés dans un rayon de 1 000 Km environ.



Evolution des taux comparatifs de mortalité par tumeurs  
en France et en Alsace entre 1981 et 1999\*  
(Taux moyens annuels pour 100 000 habitants)



Sources : INSEE, INSERM, exploitation ORSAL

\* Il s'agit de taux comparatifs annuels lissés sur trois ans. Ainsi le taux 1981 correspond en réalité au taux moyen annuel de la période 1980-82

Par ailleurs, ces pathologies occupent une place prépondérante dans la mortalité prématurée ; avant 65 ans, quatre décès sur dix sont dus à des tumeurs.

Enfin, l'évolution des cancers est préoccupante. Certes, si l'on supprime les effets liés au vieillissement et à l'augmentation de la population, la mortalité standardisée diminue (- 12 % en 10 ans), mais nettement moins rapidement que pour d'autres causes. Selon les registres du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, le nombre de nouveaux cas de cancers a augmenté de 8,4 % pour les hommes et de 18,1 % pour les femmes en six ans (1991-1993 à 1997-1999). Ceci signifie que chaque année, le nombre de cas à prendre en charge par le système de soins augmente (+ 150 par année). Pour les femmes, ce n'est pas uniquement le vieillissement de la population qui explique cette augmentation, dans la mesure où l'incidence standardisée (qui supprime les effets de la structure par âge de la population) a augmenté de 11 % durant cette période, alors qu'elle est restée stable pour les hommes.

L'évolution est très variable selon les organes. Certains cancers enregistrent une évolution favorable, aussi bien en termes de mortalité que de morbidité. Il s'agit notamment chez les hommes des cancers digestifs (côlon-rectum et estomac en particulier) et des cancers des voies aéro-digestives supérieures (VADS) et, chez les femmes, des cancers de l'estomac et de l'utérus.

En revanche, l'augmentation est très rapide pour les deux sexes de l'incidence des mélanomes cutanés (+ 72 % chez les hommes, + 57% chez les femmes en 6 ans) ; et, plus particulièrement, pour les femmes de la mortalité (+ 35 % en 10 ans) et de l'incidence (+ 50 % en 6 ans) des cancers du poumon.

Alors que depuis le début des années 80, la mortalité masculine par cancer du poumon tend lentement à décroître, la mortalité féminine continue à augmenter et cette augmentation s'accélère, conséquence directe du développement depuis plusieurs décennies du tabagisme

féminin. Néanmoins, les femmes n'ont pas encore, en ce domaine, rattrapé les hommes, dont le nombre de décès par cancer du poumon reste quatre fois supérieur.

### **Incidence et taux d'incidence des cancers en Alsace en 1997-1999 et évolution par rapport à la période 1991-93**

		1997-99	Evolution depuis 1993-95		
		Nbre annuel de nouveaux cas	Taux d'incidence pour 100 000	en nombre de cas	après standardisation (en %)
<b>Hommes</b>					
<b>Toutes localisations**</b>		<b>4 270</b>	<b>506,0</b>	<b>+ 331</b>	<b>- 1,6%</b>
dont	Prostate	818	96,9	+ 187	+ 6,6%
	Bronche, poumon	652	77,3	+ 31	- 4,7 %
	Côlon-rectum	585	69,4	+ 61	- 1,5 %
	VADS*	560	66,4	- 147	- 24,5 %
	Vessie	237	28,1	+ 20	+ 1,0 %
<b>Femmes</b>					
<b>Toutes localisations**</b>		<b>3 444</b>	<b>390,4</b>	<b>+ 527</b>	<b>+ 10,5 %</b>
dont	Sein	1 159	131,4	+ 230	+ 17,1 %
	Côlon-rectum	478	54,2	+ 37	-
	Utérus	309	35,1	+ 5	- 3,2 %
	Mélanome cutané	146	16,5	+ 59	- 57,6 %
	Bronche, poumon	145	16,4	+ 55	- 50,5 %

Sources : Registre des cancers du Bas-Rhin, Registre des cancers du Haut-Rhin, INSEE estimations de population– Exploitations ORSAL

\* Voies aéro-digestives supérieures : lèvres, cavité buccale, pharynx, larynx et oesophage

\*\* à l'exception des carcinomes basocellulaires (C44)

## **5.2. Quel poids des facteurs environnementaux et professionnels ?**

La question de l'impact de l'environnement sur les cancers est un débat déjà ancien. Certaines des premières estimations (celle de Doll et Peto datant des années 80 par exemple) ont été mal comprises, car se basant sur une définition très large de la notion de facteur environnemental. Ces auteurs considéraient comme « lié à l'environnement » tout facteur externe à la biologie de l'individu (ce qui inclut en particulier le tabagisme, la consommation d'alcool, deux facteurs de risque de cancer majeurs). Avec une définition aussi large on estime à 80% le rôle de l'environnement sur le cancer [28].

Cette partie s'intéressera au poids de l'exposition environnementale à des facteurs chimiques (particules fines en suspension dans l'air, benzène, dioxines contaminants l'eau ou les aliments...) ou physiques (radiations ionisantes, exposition au soleil, champs magnétiques...) sur le risque de développer des cancers. Gérin et Band [28] estiment que ces facteurs pourraient être à l'origine d'environ un cancer sur dix. Cette estimation est à prendre avec beaucoup de prudence, elle pourrait varier de façon très importante selon le type de cancer et le facteur environnemental considéré.

## 5.2.1. Des éléments de méthodologie

Une expertise collective de l'INSERM a été publiée en 2005 sur la question de l'évaluation du risque attribuable de cancers lié à des facteurs environnementaux.

### 5.2.1.1. *Le lien de causalité*

Avant de pouvoir calculer la part de risque de cancer attribuable à un facteur environnemental donné, il faut vérifier sa cancérogénicité. Elle peut être établie par un ensemble de travaux de toxicologie et d'épidémiologie analytique. Des critères permettant de juger de la causalité d'une relation observée statistiquement ont été définis en 1965 par Hill : force de l'association (le risque relatif est élevé), relation dose – effet (si on augmente l'exposition on augmente le risque de cancers), temporalité de l'effet (l'effet apparaît après l'exposition), spécificité de l'association (une cause entraîne spécifiquement un effet), reproductibilité de l'observation. A ces premiers critères Hill ajoute des critères de contexte : plausibilité et cohérence biologique, présence de données expérimentales, analogie (par rapport à d'autres relations causales démontrées).

Ainsi, sur la base des travaux publiés, le Centre International de Recherche sur les Cancers de l'OMS classe les facteurs étudiés en 4 groupe, dans le cadre de son programme des monographies :

- Groupe 1: l'agent (le mélange) est cancérogène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont cancérogènes pour l'homme.
- Groupe 2A : l'agent (le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont probablement cancérogènes pour l'homme.
- Groupe 2B : l'agent (le mélange) est peut-être cancérogène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont peut-être cancérogènes pour l'homme.
- Groupe 3 : l'agent (le mélange ou le mode d'exposition) est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme.
- Groupe 4 : l'agent (le mélange ou le mode d'exposition) n'est probablement pas cancérogène pour l'homme.

Depuis 1972, le CIRC a évalué environ 800 agents, 380 ont été classés dans les groupes 1 et 2A. Gérin et Band présentent un résumé des principaux facteurs environnementaux et professionnels selon leur nature et selon les sites cancéreux auxquels ils sont associés.

### **5.2.1.2. La fraction attribuable**

Une fois établie la cancérogénicité d'un facteur environnemental, le calcul de la fraction de risque attribuable à celui-ci nécessite de connaître :

- la valeur du risque relatif associé à ce facteur ;
- la prévalence de l'exposition au facteur dans la population étudiée.

Par exemple, si on souhaite mesurer la part de cancers du poumon attribuable à la fumée de tabac dans l'environnement (tabagisme passif), il faut savoir quelle part de la population est soumise à ce risque, à quelle dose et avoir une estimation fiable du risque relatif de cancer du poumon associé au tabagisme passif (déjà obtenu par d'autres travaux ou calculé en comparant l'exposition chez des malades et des témoins).

Bien entendu, la mise en place d'un tel calcul se heurte, dans la réalité, à des difficultés techniques qui ne seront pas développées ici (cas de l'estimation de facteurs multiples, mesure de la dose d'exposition, détermination des seuils de références...).

### **5.2.2. La situation dans la région**

Les deux registres alsaciens des cancers (registre du Haut-Rhin et du Bas-Rhin) permettent de connaître de façon fiable les incidences des cancers par localisation pour l'ensemble de la population régionale. Il serait donc théoriquement possible de connaître, pour un facteur environnemental qui a déjà été étudié ailleurs (causalité établie et risque relatif bien estimé), le risque attribuable de développer un cancer du fait de ce facteur.

Les données de mortalité peuvent, elles aussi, être utilisées dans ce cadre.

La principale limite serait alors la connaissance des niveaux d'exposition de la population alsacienne.

En dehors des estimations d'impact de la pollution atmosphérique, qui évaluent en particulier le nombre de décès par cancer du poumon attribuables à la pollution atmosphérique, les travaux visant à calculer l'impact de facteurs environnementaux sur les cancers en Alsace restent à développer.

### **5.3. Une piste à envisager pour l'amélioration des connaissances régionales**

Les bases théoriques du calcul de l'impact de facteurs environnementaux sur la mortalité ou la morbidité par cancer sont bien établies. Les données de mortalité et de morbidité seraient potentiellement disponibles pour une démarche de ce type, mais les données d'exposition peuvent quant à elles faire défaut...

Il pourrait être utile de poursuivre les recherches dans cette voie à un niveau régional. La prochaine étape pourrait être, par exemple, une revue systématique des agents cancérogènes classés par le CIRC et de la possibilité de mesurer leur impact dans la région (connaissance fiable des risques relatifs, connaissance de l'exposition de la population sur une partie au

moins du territoire). Un groupe de travail associant les registres des cancers ainsi que différents partenaires du PRSE pourrait faire progresser les connaissances à ce sujet.

Mesurer l'impact de facteurs environnementaux sur des pathologies aussi importantes régionalement que les cancers pourraient être un élément important de détermination de politiques de prévention à mettre en place localement.



## **6. D'autres pistes pour l'amélioration des connaissances en santé environnementale en Alsace**

Si cette étude bibliographique montre que des données sur le lien entre santé et environnement ne sont pas rares à l'échelle régionale, elle fait également le constat d'un système d'information très disparate et parfois parcellaire.

Des pistes ont été mises en avant pour améliorer les connaissances sur les cinq thèmes abordés.

A ces propositions, l'ORSAL souhaite en ajouter deux, de nature plus transversale :

- Pour la mesure des **expositions à certains facteurs environnementaux**, comme les composés organiques persistants (dioxines, furanes,...), dont les sources peuvent être multiples (alimentation, eau de boisson...), il serait intéressant d'envisager des mesures d'intoxications individuelles sur le modèle de ce qui est fait en routine dans le Bade-Wurtemberg. Dans ce land, les mères peuvent, si elles le souhaitent faire examiner gratuitement leur lait à partir du 4<sup>ème</sup> mois d'allaitement. Entre 1988 et 2000 on constate une nette diminution du nombre d'échantillons contaminés par les dioxines et furanes [42]. Une surveillance de certains polluants dans les urines (mercure...) est également organisée chez des enfants de la « 4<sup>ème</sup> classe », correspondant au CM2 français [41]. D'une façon plus générale, le rapprochement et même la coordination des travaux menés de part et d'autre du Rhin s'avèrent particulièrement pertinent sur ce sujet.
- La réalisation d'une enquête sur les **connaissances, les attitudes et les pratiques** des alsaciens vis-à-vis de questions environnementales pourrait également s'avérer utile en terme d'éducation pour la santé dans le champ de la santé environnementale. Il serait également intéressant de cibler des professionnels de santé pour ce type d'enquête, sur le modèle d'un travail qui a été réalisé par l'URML de Haute-Normandie [62].





## Références bibliographiques

1. AFSSE. Plan national santé environnement. Rapport final de la commission d'orientation. Paris : AFSSE ; 2005.
2. Anderson HR, Atkinson R, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O3) report of a who task group. Copenhagen : OMS ; 2004.
3. Annesi-Maesano I. Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire et asthme : étude ISAAC et travaux du réseau européen HESE. Journée scientifique qualité de l'air intérieur dans les écoles du 4 juillet 2005 [en ligne] [consulté le 18 novembre 2005] [http://rsein.ineris.fr/actualite/actu\\_pdf/32\\_IMaesano.pdf](http://rsein.ineris.fr/actualite/actu_pdf/32_IMaesano.pdf)
4. APHEIS. Health impact assessment of air pollution and communication strategy third year report. St Maurice : InVS ; 2005.
5. Arnaudo B, Magaud-Camus I, Sandret N, Coutrot T, Floury MC, Guignon C, Hamon-Cholet S, Waltisperger D. L'exposition aux risques et aux pénibilités du travail. Premières Synthèses, DARES. Décembre 2004, (52.1) : 1-8
6. ASPA, Leclerc N (rédaction du rapport). Campagne de mesure du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de petite enfance de la ville de Strasbourg : bilan des niveaux mesurés. Strasbourg : ASPA ; 2005.
7. ASPA. Les particules. Report'air. mai 2005 ; (5) : 1-8
8. ASPA. Note sur le Formaldéhyde dans l'air dans les écoles, collèges et lycées : un problème majeur de santé publique ? Strasbourg : ASPA ; 2005.
9. Baldi I, Mohammed-Brahim B, Brochard P, Dartigues JF, Salamon R. Effets retardés des pesticides sur la santé : état des connaissances épidémiologiques. Rev Epidem et Santé Publ 1998 ; 46 : 134-142
10. Baldi I. Exposition professionnelle aux pesticides et tumeurs cérébrales : résultats de l'étude CEREPHY. In : Cancers et environnement, journées scientifiques 10 octobre 2005. Programme. Paris : Institut National du Cancer, Ministère de la Santé et des Solidarités ; 2005.
11. Bell M, Davis DL. Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and Chronic Consequences of Acute Exposure to Air Pollution. Environ Health Perspect. 2001 Juin ;109 Suppl 3 : 389-94
12. Bretin P, Lecoffre C, Salines G. Saturnisme de l'enfant mineur, une nouvelle dynamique pour la surveillance. BEH. 17 février 2004 ; 29-30.
13. Bue J, Rougerie C. L'Organisation du travail : entre contrainte et initiative. Résultats de l'enquête Conditions de travail de 1998. Premières Synthèses, DARES. 1999 ; (32.1) : 1-4

14. Campagne D, Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Le Tertre A, Medina S, Nunes C, Pascal L, Prouvost H, Saviuc P, Zeghnoun A, Quenel P. Programme de surveillance air et santé 9 villes : revue de synthèse. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain – Phase II. Paris : InVS ; 2002.
15. Ceard M, Hamon-Cholet S. Travail et charge mentale. Premières Synthèses, DARES. 1999 ; (27.1) : 1-10
16. Chauvin-Wacker C. Les maladies à caractère professionnel en Alsace bilan 2002 des signalements reçus à l'inspection médicale du travail [Mémoire de DES de Médecine du Travail]. Strasbourg : Université Louis Pasteur, 2003.
17. CSHPF, Salines G (rapporteur). Surveiller les intoxications dues au monoxyde de carbone. [en ligne]. [consulté le 29/11/05]  
[http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/intox\\_co/rapport\\_cshpf.pdf](http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/intox_co/rapport_cshpf.pdf)
18. D'Helf-Blanchard M. Synthèse des évaluations d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine, France, 1995-2002. BEH. 10 mai 2005 ; 85-86.
19. Dautzenberg B (présidé par), Groupe de travail tabagisme passif de la DGS. Rapport du groupe de travail DGS tabagisme passif [en ligne]. [consulté le 25/11/05].Disponibilité <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/014000432/0000.pdf>
20. De Blay F, Fourgaut G, Hedelin G, Vervloet D, Michel FB, Godard P, Charpin D, Pauli G, Scientific Committee of the MIEC Study. Medical Indoor Environment Counselor (MIEC) : role in compliance with advice on mite allergen avoidance and on mite allergen exposure. Allergy. 2003 Jan;58(1):27-33.
21. De Blay F. Pollutions intérieures et pathologies respiratoires allergiques et non allergiques. In : Résumé des interventions. 1<sup>er</sup> congrès national sur les pathologies environnementales ; 7 et 8 octobre 2005 ; INSA de Rouen. Rouen : Union Régionale des médecins libéraux de Haute-Normandie ; 2005. p. 10-15.
22. DIREN Alsace. Profil environnemental de la région Alsace. Partie 1 – Diagnostic. Strasbourg : DIREN Alsace ; 2005
23. DRIRE Alsace. Plan régional pour la qualité de l'air en Alsace. Strasbourg : Préfecture de la région Alsace ; 2000.
24. Eilstein D, Eilstein CA (rédacteurs), Groupe de travail surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur la santé et l'environnement. Surveillance des effets de la pollution de l'air sur la santé et l'environnement : Programme alsacien de surveillance des effets de la pollution de l'air sur la santé et l'environnement (PASE<sup>2</sup>) rapport final. Strasbourg : APPA Alsace ASPA ; 2005.
25. Eilstein D, Hugel F, Michel C et al. Pollution atmosphérique : son impact sur l'activité en soins primaires. Rev Prat Med Gen 2000. 20 nov 2000 ; 516 : 2059-62.

26. Eilstein D, Quenel P, Hedelin G, Kleinpeter J, Arveiler D, Schaffer P. Pollution atmosphérique et infarctus du myocarde. Strasbourg 1984-1989. Rev Epidém et Santé Publ. 2001 ; 49 : 13-25.
27. Eilstein D. Strasbourg city report. [en ligne]. [consulté le 21/11/05]. <http://www.apheis.net/download/CityReports2005>
28. Gérin M, Band P. Cancer. In : Gérin M, Goselin P, Cordier S, Viau C, Quenel P, Dewailly E. Environnement et santé publique : fondements et pratiques. Québec: Tec & Doc-Edisem ; 2003. p.669-686.
29. Gourier-Fréry C, Lecoffre C, Delasnerie Y. Système national de surveillance des intoxications par le monoxyde de carbone. 10 décembre 2004. Communication orale [en ligne]. [consulté le 29/11/05]
30. Granier R. Le plomb : le risque et la question de la valeur seuil. Résumé des interventions. 1<sup>er</sup> congrès national sur les pathologies environnementales ; 7 et 8 octobre 2005 ; INSA de Rouen. Rouen : Union Régionale des médecins libéraux de Haute-Normandie ; 2005. p. 53-62.
31. Guignon N, Sandret N. Les expositions aux produits cancérogènes, Premières Synthèses, DARES, n°28.1, juillet 2005
32. Helynck B., Ledrans M, Meyer N, Le Goaster C, Kintz P, Halna JM, Michel A. Impact sanitaire de la contamination de l'eau de distribution par l'arsenic dans le canton de Ferrette (Haut-Rhin), 1997 [en ligne] [consulté le 3/12/05]. <http://www.invs.sante.fr/recherche/index2.asp?txtQuery=arsenic>
33. IFEN, Tregouët B (directeur de publication). Les pesticides dans les eaux Sixième bilan annuel Données 2002. Paris : IFEN ; 2005 (études et travaux ; 42).
34. Imbernon E, Goldberg M. La santé au travail. In : Bourdillon F, Brucker G, Tabuteau D. Traité de Santé Publique. Paris: Médecine-Sciences Flammarion ; 2004. p. 112-119
35. Imbernon E. Estimation du nombre de certains cancers attribuables à des facteurs professionnels en France. Paris :INVS ; 2004.
36. Imbert F, Enderlin P, Polési H, Fernandez D, Shauder N. Plan Régional de Santé Publique. Diagnostic de l'état de santé de la population alsacienne. Strasbourg : Préfecture de la Région Alsace ; 2005  
<http://alsace.sante.gouv.fr/drass/sante/politique/prsp/prspfinal0705.pdf>
37. INSERM expertise collective. Cancer approche méthodologique du lien avec l'environnement. Paris : Les Editions Inserm : 2005.
38. Inventaire 2003 de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin Supérieur. Premiers résultats transfrontaliers. Strasbourg : Région Alsace ; 2005.
39. INVS. Aide mémoire. Intoxication au monoxyde de carbone. [en ligne]. [consulté le 29/11/05]. <http://www.invs.sante.fr/surveillance/co/default.htm>

40. INVS. Aide mémoire. Le saturnisme de l'enfant mineur [en ligne]. [consulté le 18/11/05]. <http://www.invs.sante.fr/surveillance/saturnisme/default.htm>
41. Kindergesundheit in Baden-Württemberg. Stuttgart: Sozialministerium Baden-Württemberg; 2000.
42. Kramer D, Kern K, Fernandez D, Blam W, Goffic C, Enderlin P, Clauss S, Billman E, Imbert F. La santé dans la Vallée du Rhin Supérieur : comparaisons transfrontalières. Strasbourg : ORSAL, LGA BW ; 2002.
43. Le SAGE ILL-NAPPE-RHIN. Un schéma d'aménagement et de gestion des eaux pour : l'Ill, de Mulhouse à sa confluence avec le Rhin, la nappe phréatique d'Alsace, les cours d'eau situés entre l'Ill et le Rhin, les cours d'eau du Piémont oriental du Sundgau. Arrêté préfectoral du 17 janvier 2005. [en ligne] [consulté le 2/12/05] [http://www.region-alsace.fr/fr/outils/publication/specifique/sage/sage\\_texte\\_entier.pdf](http://www.region-alsace.fr/fr/outils/publication/specifique/sage/sage_texte_entier.pdf)
44. Levesque B, Auger PL, Bourbeau J, Duchesne JF, Lajoie P, Menzies D. Qualité de l'air intérieur. In : Gérin M, Gosselin P, Cordier S, Viau C, Quenel P, Dewailly E. Environnement et santé publique : fondements et pratiques. Québec: Tec & Doc-Edisem ; 2003. p.317-332
45. Mosqueron L, Nedellec V. Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments : actualisation des données sur la période 2001-2004 [en ligne]. [consulté le 21/11/05]. [http://www.air-interieur.org/documents/fichiers/B110\\_13.pdf](http://www.air-interieur.org/documents/fichiers/B110_13.pdf)
46. Narbonne JF. Les pesticides : impacts sur la santé. In : Résumé des interventions. 1<sup>er</sup> congrès national sur les pathologies environnementales ; 7 et 8 octobre 2005 ; INSA de Rouen. Rouen : Union Régionale des médecins libéraux de Haute-Normandie ; 2005. p. 21-24.
47. Nerrière E, Zmirou-Navier D. Distribution de l'exposition de la population urbaine à des polluants particuliers génotoxiques et évaluation du risque cancérigène – Genotox'er – rapport scientifique final. Nancy : Faculté de médecine ; 2004.
48. Nikasinovic L, Just J, Momas I. A review of experimental studies on diesel exhausts particles and nasal epithelium alterations. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2004 ; 7(2): 81-104
49. OMS. Air quality guidelines for Europe. 2<sup>nd</sup> Ed. Copenhagen : World Health Organization Regionale Office for Europe ; 2000. [en ligne] [consulté le 15/11/05]. Disponibilité [http://www.euro.who.int/air/activities/20050223\\_4](http://www.euro.who.int/air/activities/20050223_4)
50. OMS. L'arsenic dans l'eau de boisson (révisé mai 2001) (Aide-mémoire ;210) [en ligne] [consulté le 4/12/05] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs210/fr>
51. ORSAL. La santé observée en Alsace, Fiche 8.4 « Les accidents », disponible sur <http://www.orsal.org>
52. Pascal L, Cassadou S. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Actualisation du guide méthodologique : recommandations provisoires pour les

évaluations de l'impact sanitaire court terme et long terme, manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. Paris : InVS ; 2003.

53. Peraldi J. Effets à court terme de la pollution atmosphérique d'été sur les hospitalisations pour asthme aigu. Analyse de la littérature et étude d'une série de 392 malades des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg [Thèse de Doctorat en Médecine]. Strasbourg : Université Louis Pasteur ; 1998.
54. Quenel P, Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Le Goaster C, Le Tertre A, Medina S, Pascal L, Prouvost H, Saviuc P, Zeghnoun A. Surveillance épidémiologique air et santé. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. Rapport de l'étude. Paris : InVS ; 1999.
55. Quenel P, Dab W, Festy B, Viau C, Zmirou D. Qualité de l'air ambiant. In : Gérin M, Goselin P, Cordier S, Viau C, Quenel P, Dewailly E. Environnement et santé publique : fondements et pratiques. Québec: Tec & Doc-Edisem ; 2003. p.291-315
56. Quenel P. Pollutions environnementales. In : Bourdillon F, Brucker G, Tabuteau D. Traité de Santé Publique. Paris: Médecine-Sciences Flammarion ; 2004. p. 99-106.
57. Royal Commission on Environmental Pollution, Blundell T (chair). Crop spraying and the health of residents and bystanders. Septembre 2005. [en ligne] [consulté le 2 décembre 2005] <http://www.rcep.org.uk/cropspraying.htm>
58. Royer-Le Tacon A. Sous déclaration des cancers d'origine professionnelle en Alsace. Thèse de Doctorat en Médecine]. Strasbourg : Université Louis Pasteur ; 2004.
59. Salines G. Annexe A : la surveillance des intoxications au CO : données épidémiologiques du nouveau dispositif de surveillance des intoxication oxycarbonées : In : CHSPF Groupe des experts chargé d'élaborer les référentiels de la prise en charge des intoxications oxycarbonées. Repérer et traiter les intoxications oxycarbonées. Paris : CSHPF; 2005. p. 61-66. [http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/cshpf/r\\_mv\\_180305\\_intoxications.pdf](http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/cshpf/r_mv_180305_intoxications.pdf)
60. Sermet C, Khlal M. La santé des chômeurs en France : revue de la littérature. Rev Epidém et Santé Pub. 2004 ; 52 : 465-474.
61. SFSP. La pollution atmosphérique d'origine automobile et la santé publique. Nancy : SFSP ; 1996. (Santé et société ; 4).
62. Suriré C. Enquête médecine libérale et pathologies environnementales. In : Résumé des interventions. 1<sup>er</sup> congrès national sur les pathologies environnementales ; 7 et 8 octobre 2005 ; INSA de Rouen. Rouen : Union Régionale des médecin libéraux de Haute-Normandie ; 2005. p. 42-46.
63. Tillaut H, Lecoffre C (rapport rédigé par). Dispositif de surveillance des intoxications au CO : rapport d'évaluation de la phase expérimentale. Paris : InVS ; 2004. [http://www.invs.sante.fr/publications/2005/intoxications\\_co/rapport\\_intoxications\\_co.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2005/intoxications_co/rapport_intoxications_co.pdf)
64. Waltisperger D. Le travail est rendu responsable d'un problème de santé sur cinq. Premières synthèses, DARES. 2004 ; (19) : 1-4.

**Observatoire Régional de la Santé d'Alsace**  
4, rue de Lausanne 67000 Strasbourg  
E-mail : [info@orsal.org](mailto:info@orsal.org) ■ Site Internet : [www.orsal.org](http://www.orsal.org)