

# L'eau

## Faits marquants

- La France dispose d'abondantes ressources en eau, superficielles et souterraines, dont la qualité s'est dégradée progressivement.
- Le risque sanitaire est lié aux eaux de consommation, de baignade et thermales. Les voies d'exposition sont la voie digestive, la voie cutanée ou l'inhalation. La contamination peut être aiguë ou chronique. Les effets sur la santé sont à long ou court terme.
- Dans la région, les réserves font rarement défaut. Chaque habitant rhônalpin dispose de 10 000 m<sup>3</sup> d'eau par an soit 2,5 fois la moyenne nationale.
- En Rhône-Alpes, en 2003, 9 % de la population reste alimenté par une eau non conforme ponctuellement sur le plan bactériologique (5 % au niveau national). La qualité des eaux de baignade est satisfaisante, 97 % des eaux sont de bonne et moyenne qualité (95 % au niveau national). En 2004, 49 % des ressources en eau potable disposaient de périmètres de protection (37 % au niveau national).
- Le risque sanitaire des eaux de consommation, thermales et de baignade (à l'exception des noyades) relève essentiellement de contaminations microbiologiques (bactéries, virus, parasites). Les contaminations chimiques sont suspectées pour avoir des effets cancérigènes ou mutagènes. En Rhône-Alpes, ce sont des épidémies de gastro-entérites ou shigelloses (Ain, Isère, Rhône et Savoie) liées à l'eau de boisson chargée microbiologiquement et des dermatites liées à la baignade en lacs alpins qui ont été observées.
- Une renforcement des politiques de gestion des eaux, en lien avec les politiques d'aménagement du territoire, pourrait permettre la préservation de la ressource.

## Contexte

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 2,4 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à des moyens d'assainissement de base et 1,1 milliard n'ont pas accès à une eau de boisson saine<sup>1</sup>. L'OMS estime que cette situation entraîne chaque année la mort de 1,6 million d'enfants par maladies diarrhéiques et près de 4 millions d'êtres humains par des maladies liées à l'eau et à l'environnement<sup>2</sup>.

En France, en 2004, la pollution de l'eau arrive en première position des préoccupations environnementales citées par les citoyens<sup>3</sup>. En 2005, 80 % des français font confiance à l'eau du robinet. Ils sont 83 % à être d'accord avec l'affirmation selon laquelle «en France, les autorités sanitaires prennent le maximum de précautions pour que les normes de qualité de l'eau du robinet protègent la santé des

consommateurs» ; 12 % sont en désaccord<sup>4,5</sup>.

Pourtant, aujourd'hui, la qualité de l'eau dans le milieu naturel n'est pas bonne : 50 à 75 % des masses d'eau et la dégradation est continue<sup>6,7</sup>. Pour superficielle et souterraine sont fortement dégradées maîtriser ce problème, la Directive cadre européenne sur l'eau de 2000 prévoit d'atteindre d'ici 2015 le « bon état » écologique et chimique pour tous les milieux aquatiques naturels (cours d'eau, plans d'eau, aquifères). Elle impose à chaque pays d'identifier les différentes catégories de masses d'eau, d'évaluer leur qualité et de déterminer les risques de non-atteinte du « bon état »<sup>7</sup>. En région Rhône-Alpes, la Direction régionale de l'environnement (Diren), les Agences de l'eau et les services déconcentrés de l'État ont estimé que sur les 343 masses d'eau recensées, 30 % présentaient un risque de non-atteinte de ce

« bon état » (*i.e* qu'elles nécessitent des mesures supplémentaires pour l'atteindre ou un délai, 2020 ou 2027)<sup>7,8</sup>.

En 2004, le Plan national santé environnement (PNSE) propose de protéger la santé humaine en améliorant la qualité de l'eau<sup>9</sup>. L'un des trois objectifs majeurs de ce plan est de « *garantir une eau de consommation de bonne qualité* » d'ici à 2008. Parmi l'ensemble des 45 actions énoncées, il prévoit notamment :

Action 10 : « *d'améliorer la qualité de l'eau en préservant les captages des pollutions ponctuelles et diffuses* ».

Action 13 : « *de diminuer le risque sanitaire dû à la baignade* ».

L'action 10 étant qualifiée de prioritaire.

### Ressources et usages

L'eau est l'une des ressources les plus abondantes de la Terre, la « planète bleue ». Mais l'eau est inégalement répartie et seule une infime partie est disponible pour notre consommation. La France est un pays relativement riche en eau. Les besoins sont généralement couverts mais des risques de pénurie existent. En effet, depuis 8 ans, c'est chaque année une vingtaine de départements qui connaît des limitations de consommation d'eau (60 départements lors des années les plus sèches telles que 2003 et 2005). La région Rhône-Alpes présente globalement une quantité importante d'eau. Elle bénéficie d'une pluviométrie moyenne de 1 100 millimètres par an, des rivières aux régimes variés et d'importantes réserves d'eau dans les lacs naturels et artificiels (lacs d'Annecy, du Bourget, lacs d'altitude, plans d'eau de la Dombes, *etc.*) dont 13 lacs de plus de 100 hectares. L'eau est aussi disponible à travers de nombreux glaciers, des nappes souterraines et par le Rhône qui, traversant les huit départements de la région, a permis l'évolution industrielle et touristique de cette dernière<sup>8</sup>. Chaque habitant de la région dispose ainsi de 10 000 m<sup>3</sup> d'eau par an soit 2,5 fois la moyenne nationale<sup>8</sup>. La région a cependant elle aussi connu des limitations de consommation d'eau à plusieurs reprises ces dernières années, le département de l'Ain étant le plus concerné. Des problèmes particuliers d'approvisionnement en eau potable existent également de façon saisonnière dans les stations de sports d'hiver durant les périodes d'afflux

touristiques. Concernant la baignade, de nombreux sites naturels existent dans la région, constituant des attraits touristiques.

En 2002, en France, les prélèvements d'eau ont été estimés à 33,1 milliards de m<sup>3</sup> dont 55 % ont été consacrés au refroidissement des centrales thermiques et nucléaires, 19 % à l'alimentation en eau potable, 14 % à l'irrigation des cultures et 12 % à l'industrie. Ces chiffres reflètent les volumes prélevés et non les volumes consommés. Le secteur de la production d'énergie utilise de grands volumes d'eau mais il en restitue l'essentiel à la ressource. Ainsi, au regard des volumes consommés, le refroidissement des centrales ne totalise alors plus qu'un cinquième des volumes totaux consommés d'eau en France alors que l'irrigation des cultures en totalise à elle seule près de la moitié (l'eau d'irrigation étant considérée comme perdue par évapotranspiration\*, absorption, *etc.*)<sup>10</sup>. Pour l'alimentation en eau potable, la France utilise donc 6,5 milliards de mètres cube qui sont prélevés annuellement dans le milieu naturel. Elle a recours en grande majorité à sa ressource souterraine (puits, sources, forages pour les deux tiers du total) plutôt qu'à sa ressource superficielle (rivières, lacs, retenues)<sup>10</sup>. La situation est assez similaire en Rhône-Alpes. A part la Loire qui utilise essentiellement une ressource superficielle, l'ensemble des sept autres départements s'approvisionne sur la ressource souterraine à près de 85 %, l'Ain et la Drôme utilisant exclusivement cette ressource souterraine<sup>11,12,13</sup>. Sur le territoire national, l'eau est prélevée par près de 30 000 captages<sup>11,14</sup>. La région se caractérise par un nombre très important de points de prélèvement d'eau potable ; avec plus de 6 000 points de captage, on a une moyenne de 2,1 captages par commune (0,93 au niveau national)<sup>11</sup>. Ceci est particulièrement net en zone de montagne : la Haute-Savoie est le département qui compte le plus grand nombre de captages (1 470 points, soit plus de 5 par commune).

Cette eau potable est essentiellement consommée dans les maisons (93 %) où elle est utilisée pour la boisson, l'hygiène corporelle, les sanitaires, l'entretien de l'habitat et les diverses tâches ménagères. Chaque français consomme ainsi en moyenne entre 150 litres et 200 litres d'eau par jour. La boisson et la préparation des aliments ne représenteraient que 7 % de la

consommation totale<sup>11,14</sup>. Entre 1998 et 2001, la consommation domestique moyenne annuelle par habitant est passée respectivement de 50 à 60 m<sup>3</sup> dans la région Rhône-Alpes (contre 58 à 59 m<sup>3</sup> en moyenne nationale)<sup>15</sup>. A ces consommations «à la maison», il faut ajouter les consommations industrielles (agroalimentaire, *etc.*) ou collectives (écoles, hôpitaux, bureaux, lavage des rues, arrosage public, *etc.*), soumises

aux mêmes critères de potabilité, parfois mal adaptés (arrosage par exemple).

Le maintien de la qualité de la ressource en eau s'avère primordial. Sa dégradation entraîne d'une part une obligation de mettre en œuvre des traitements coûteux pour la rendre potable et, d'autre part, une augmentation des risques sanitaires par ingestion ou par contact direct (baignade)<sup>9</sup>.

## Sources d'exposition / Pollution

La pollution de l'eau est définie comme toute modification de la composition naturelle de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Il est usuel de différencier la pollution biologique qui survient lors de contaminations par des organismes vivants (essentiellement d'origine fécale issue de déjections humaines ou animales) de la pollution chimique liée à des contaminations par des éléments indésirables tels que des engrais, des pesticides, des lessives, des métaux lourds, *etc.*<sup>16</sup>

### Pollution biologique

Les facteurs microbiens de pollution sont des bactéries, des virus ou des parasites. On parle de pollution microbiologique.

Les bactéries sont des entérobactéries (vivant dans les intestins) pathogènes\*. Historiquement, certaines ont été à l'origine des grandes épidémies liées à l'eau. On peut citer l'agent du choléra (*Vibrio cholerae*) et l'agent de la fièvre typhoïde (*Salmonella typhi*) qui constituent encore aujourd'hui de véritables problèmes de santé publique dans les pays en voie de développement<sup>16,17</sup>. Dans les pays industrialisés, on trouve plutôt des espèces telles que les salmonelles (*Salmonella*), les campylobactéries (*Campylobacter*), *Yersinia*, *Escherichia Coli* (*E.Coli*), les shigelles (*Shigella*), *etc.*<sup>16,17,18</sup> La contamination de l'eau par ces espèces de bactéries se fait généralement par contact avec des matières fécales animales et humaines.

Dans les eaux de baignade, ce sont les espèces *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas hydrophila*, *Mycobacterium sp.*, des leptospires, *etc.*, qui sont plutôt rencontrées. Elles proviennent soit des baigneurs eux-mêmes, soit de contamination par des eaux souillées, soit du fait de leur présence naturelle dans les eaux douces<sup>16</sup>.

Les virus sont fréquemment des entérovirus

(vivant dans les intestins) pathogènes de types poliovirus (agent de la poliomyélite), norovirus, coxsackie et échovirus, virus de l'hépatite A, de l'hépatite E. Dans les eaux de loisirs, peuvent être rencontrés des adénovirus ou réovirus<sup>17</sup>. Les virus ont été reconnus comme pathogènes hydriques plus récemment que les bactéries. Leur origine semble limitée exclusivement à des souches d'origine humaine<sup>16</sup>.

Les parasites sont très nombreux. On peut trouver des amibes responsables d'amibiases (les cas de dysenterie amibienne dus à une amibe de type *Entamoeba histolytica* sont désormais rares)<sup>16</sup>. Le contact avec des eaux « parasitées » peut être à l'origine d'helminthiases\*. Dans les eaux de baignade, les parasites de certains animaux ou oiseaux peuvent contaminer les eaux (vers du genre *Schistosoma*, « puce » du canard, *etc.*). La contamination parasitaire se fait essentiellement par des protozoaires monocellulaires, principalement *Giardia lamblia* et *Cryptosporidium parvum*, issus de matières fécales, animales et humaines<sup>16,17,18</sup>. La contamination par le bétail est en général la source suspectée en priorité en cas d'épidémie de cryptosporidiose : il s'agit souvent d'un captage d'eau mal protégé où les animaux ont pu accéder<sup>16</sup>.

Enfin des champignons (*Aspergillus*, actinomycètes thermophiles) ou des algues microscopiques (cyanobactéries) peuvent aussi être dénombrés dans l'eau.

### Pollution chimique

Du fait de la diversité et de la multiplicité des éléments chimiques mis en circulation chaque année, la pollution chimique est souvent diffuse et le danger est assez mal connu. Pour les eaux destinées à la consommation, le danger résulte souvent d'un excès d'apport en éléments : les

nitrate et phosphates par exemple, issus pour l'essentiel de l'agriculture (engrais) et des effluents domestiques (lessives) [Cf. « *Les nitrates* »].

On peut aussi trouver des métaux lourds (mercure, zinc, cuivre, plomb, cadmium, *etc.*) issus d'activités industrielles ou artisanales mais aussi des produits composés par l'homme comme les pesticides (insecticide, herbicide, fongicide) issus essentiellement de l'agriculture, des détergents, des solvants, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des rejets de garages, de stations-services, le ruissellement des chaussées, *etc.*<sup>16,17,18</sup> [Cf. « *Les pesticides* » ; « *Les sols* »]. Dans ces exemples, la pollution chimique est essentiellement liée aux activités humaines. Mais *a contrario*, l'absence ou l'insuffisance de certains éléments naturels indispensables dans l'eau comme l'iode, le fluor, le calcium, le potassium, *etc.* peuvent aussi induire des effets néfastes sur la santé<sup>16,17,18</sup>.

Enfin, d'autres produits soulèvent aujourd'hui des interrogations quant à leur impact sanitaire : les résidus de médicaments, les perturbateurs endocriniens, les sous-produits de la chloration, les plastifiants (phtalates), *etc.*

## Qualité des eaux

### *Les eaux de consommation*

Le contrôle de la qualité microbiologique des eaux de consommation, réalisé par le Service santé-environnement des Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS), repose sur la vérification de l'absence de bactéries indicatrices d'une contamination fécale. La détection d'autres pathogènes, viraux et parasitaires, ainsi que la recherche de possibles polluants chimiques, n'est par contre pas réalisée en routine. Une eau chlorée, affranchie d'indicateurs bactériens ne sera donc pas forcément exempte de toute pollution et elle pourra avoir un impact sur la santé. En France, en 2002, les contrôles réalisés sur les 25 000 unités de distribution alimentant plus de 58 millions d'habitants ont montré que 96 % des prélèvements confirmaient l'absence de contamination bactérienne et 3 millions de personnes (5,8 %) avaient été exposés au moins une fois dans l'année à une eau non conforme sur le plan biologique<sup>19</sup>.

Dans la région Rhône-Alpes, 80 % de la population consomme une eau traitée, 20 % une eau non traitée. L'eau non traitée est

naturellement potable ou contaminée par une pollution bactériologique «de fond», non nocive. En 1998, on comptait moins de 5 % de prélèvements non conformes bactériologiquement pour une distribution alimentant plus de 5 000 habitants et moins de 16 % pour une alimentation de moins de 5 000 habitants<sup>12</sup>. Les taux de conformité des unités de distribution sont globalement meilleurs pour les grandes communes, le risque microbiologique étant lié à la ruralité (d'autant que les eaux des communes de grande taille sont mieux traitées)<sup>20</sup>. En 2003, c'est 9 % de la population rhônalpine qui a été alimentée ponctuellement par une eau non conforme sur le plan bactériologique (5 % en France métropolitaine)<sup>15</sup>. Sur le plan chimique, certaines ressources en eaux sont naturellement riches en éléments indésirables (arsenic, plomb, *etc.*) qu'il est nécessaire de retirer par traitement ou par dilution avec des eaux non contaminées. Les zones géographiques où la qualité de l'eau ne respecte pas de façon permanente les limites de qualité sont généralement celles où les réseaux d'adduction sont les plus nombreux et morcelés, notamment les zones de montagne (Savoie, Haute-Savoie). C'est généralement la vulnérabilité des captages et la défaillance ou l'absence de système de traitement des eaux qui sont à l'origine des situations de non-conformité bactériologique recensées<sup>11</sup>. Les eaux embouteillées obéissent à une réglementation spécifique.

### *Les eaux de baignade*

Les sites où se pratiquent des activités de baignade se décomposent principalement en deux catégories : les piscines dans lesquelles l'eau est désinfectée afin d'assurer sa qualité microbiologique et les sites naturels qui peuvent faire l'objet d'aménagements particuliers pour l'accueil du public mais dont l'eau n'est pas traitée. Les eaux thermales obéissent à une réglementation différente. Le danger sanitaire dépend de la qualité des eaux et des pollutions éventuelles. Pour les sites naturels, la contamination peut résulter de la surverse du réseau d'assainissement, notamment en période pluvieuse, de l'absence de récupération des eaux pluviales, d'une surfréquentation en période estivale, de l'absence de renouvellement de l'eau, de déjections animales ou encore de contaminations accidentelles, industrielles ou autre. En Rhône-Alpes, en 2005, c'est 237 sites

de baignade en eau douce qui ont été contrôlés par les DDASS dont 74 points de baignade en rivière essentiellement situés dans les départements de la Drôme et de l'Ardèche. En

2003, d'un point de vue bactériologique, 97 % des eaux étaient conformes, soit un taux légèrement supérieur à la moyenne nationale (95 % en eau douce)<sup>12,21,22</sup>.

## Exposition et effets sur la santé

Le risque sanitaire est lié principalement aux eaux de consommation, aux eaux de baignade et aux eaux thermales. Trois voies de contamination directe existent : l'ingestion, la voie cutanée et l'inhalation.

**Dans le cas d'une pollution microbiologique**, les trois voies de contamination sont possibles. L'exposition est souvent aiguë et les effets se manifestent plutôt sur le court terme.

Pour les eaux de consommation, l'ingestion d'une eau contaminée se traduira essentiellement par des gastro-entérites aiguës (fièvre et diarrhée et vomissements), d'origine bactérienne comme les salmonelloses, shigelloses\*, et campylobactérioses (exceptionnellement une fièvre typhoïde), d'origine virale comme les gastro-entérites à entérovirus ou les hépatites (A et E), et d'origine parasitaire comme les giardiasis et les cryptosporidioses<sup>16,17,20,23</sup>. L'Institut de veille sanitaire (InVS) estime que des eaux non conformes à la réglementation pourraient expliquer 10 à 30 % des cas des gastro-entérites aiguës observées au sein des populations desservies par ces eaux<sup>20</sup>. A titre de comparaison, au Canada, 30 % des cas de gastro-entérites de nature endémique seraient dus à la consommation d'une eau rigoureusement conforme<sup>24</sup>. Par ailleurs, le nombre de gastro-entérites de type endémique associé à l'ingestion d'une eau conforme serait 3 à 10 fois plus élevé que le nombre de troubles gastro-intestinaux de type épidémique<sup>20</sup>. L'épidémie de gastro-entérites, qui a eu lieu aux États-Unis (Milwaukee) en 1993 (400 000 cas dont 80 mortels), doit servir d'exemple pour une meilleure vigilance en France. L'agent responsable (*Cryptosporidium*) n'était alors pas encore recherché. En France, la réglementation reste focalisée sur le risque bactériologique et ne fixe aucune valeur limite maximum en *Cryptosporidium* dans les eaux traitées<sup>25</sup>. Or, par exemple, en 2003, plus de 800 cas de gastro-entérites à *Cryptosporidium* ont été recensés lors d'une contamination du réseau de

distribution d'eau d'une ville de l'Ain<sup>11</sup>. Il en est de même pour le risque virologique. En 2006, plus de 500 cas de gastro-entérites à norovirus ont été dénombrés lors d'un épisode épidémique survenu en Savoie.

Dans le cas des eaux de loisirs, la transmission des germes au baigneur se fait souvent par contact mais l'ingestion ou l'inhalation restent possibles. Le risque sanitaire correspond essentiellement à des infections microbiologiques (dues à des bactéries, virus, parasites, champignons) mais il est mal quantifié pour les eaux naturelles de baignade<sup>26</sup>. Des cas de gastro-entérites peuvent toutefois survenir suite à l'ingestion d'eaux contaminées par des germes pathogènes issus de matières fécales tels que *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* ou *E.Coli*. Mais les effets principaux sont plutôt toxiques ou allergiques et ont pour origine le contact avec une eau contaminée par la prolifération (exacerbée par les apports en nitrates et phosphore) d'algues, les cyanobactéries, qui libèrent des dermatotoxines ou des neurotoxines et hépatotoxines cancérigènes<sup>25</sup>. Le contact avec l'eau peut aussi être source d'infections de la peau, des muqueuses, des oreilles ou des yeux. Les agents responsables sont *Staphylococcus aureus* responsable d'abcès cutanés, des Adénovirus humains responsables de conjonctivites ou pharyngites, *Pseudomonas sp.* responsable de dermatites, *Aeromonas hydrophila* responsable d'infections de plaies, *Mycobacterium sp.* responsable de lésions cutanées ou sous-cutanées. Les schistosomes, (parasites des animaux et oiseaux) provoquent des démangeaisons, des plaques rouges et une inflammation des ganglions. On peut observer des candidoses, dermatites et des suppurations bactériennes (dues à *Staphylococcus*, *Pseudomonas sp.*, ou des streptocoques hémolytiques groupe A)<sup>16,17</sup>. La leptospire, apportée dans l'eau par l'urine et les déjections des animaux infectés, est à l'origine de leptospiroses\*<sup>16,17</sup>. Entre 1996 et 1999, la France est le pays européen qui connaît les plus forts taux d'incidence de cette maladie<sup>27</sup>.

Un strict respect de la conformité des eaux de baignade ne prémunit pas de la survenue de troubles pour la santé. L'été 1994, une épidémie de shigellose (à *Shigella sonnei*) de 59 cas liée à des baignades dans un lac de l'Ain s'est produite. L'eau ne contenait pourtant aucun germe indicateur de contamination fécale<sup>26,28</sup>. Dans la région, on peut aussi citer l'exemple d'un parasite, communément appelé la « puce du canard » qui a été à l'origine de dermatites (démangeaisons allergiques passagères de la peau) auprès des baigneurs du lac d'Annecy par exemple. Ces dermatites du nageur connaissent une recrudescence en Europe ces 15 dernières années. En Rhône-Alpes, ce sont la Savoie et la Haute-Savoie qui sont plus particulièrement touchées<sup>21</sup>. La pratique de nourrir les canards et donc à les sédentariser, entretient le parasite dans les zones de baignade<sup>26,29</sup>.

S'agissant des eaux de piscine, les pathologies les plus fréquentes sont les infections de la peau (dermatocytoses), des oreilles, des voies urinaires et sexuelles : impétigo, conjonctivites infectieuses, otites externes, pharyngites, infections à mycobactéries et papillomavirus. Les infections intestinales sont beaucoup plus rares, les germes de contamination fécale ne résistant pas au chlore. Des cas de contamination par inhalation d'aérosols peuvent être à l'origine d'affections respiratoires et ORL, de mycoses pulmonaires, ou de légionellose [Cf. «*Les risques infectieux et les légionelles*»]<sup>16,17</sup>. Des épidémies de légionelloses peuvent se produire dans les établissements de cure thermale mais elles sont souvent plus attribuées au manque d'entretien du réseau de douches qu'aux bassins<sup>26</sup> [Cf. «*Les risques infectieux*» et «*Les légionelles*»]. De rares cas de méningo-encéphalites fatales dus à des amibes thermophiles sont répertoriés<sup>16</sup>.

Mais le danger n'est pas exclusivement microbiologique. Des cas de contaminations chimiques (dus à des accidents technologiques, des effluents industriels, des pollutions agricoles, des actes de malveillance, etc.) sont aussi régulièrement constatés<sup>26</sup>.

**Dans le cas d'une pollution chimique**, la contamination par voie digestive est la plus fréquente et elle concerne donc essentiellement les eaux de consommation. L'exposition résulte généralement d'une intoxication lente s'étalant

sur des mois, voire des années, due à une consommation régulière d'eau contaminée. Les effets engendrés sont divers et peuvent s'exprimer à court ou long terme. Ils peuvent se limiter à un simple inconfort (le fer qui donne simplement un goût et une coloration désagréables à l'eau) ou être à l'origine de pathologies telles que le saturnisme provoqué par un excès de plomb, [Cf. «*Le Plomb*»] ou la cyanose du nourrisson (méthémoglobinémie ou maladie bleue) provoquée par un excès de nitrites lorsque l'eau est fortement contaminée en nitrates<sup>16</sup>. Un excès de fluor provoque une coloration brune ou noire des dents (fluorose dentaire) et une fragilisation du squelette osseux. Mais la présence de fluor dans l'eau reste indispensable pour prévenir la carie dentaire. Dans la région Rhône-Alpes, l'eau est peu fluorée. Aucun habitant de la région n'est alimenté par une eau dont les teneurs moyennes en fluor ne dépassent la norme<sup>12</sup>.

Des hypothèses sont soulevées sur les effets à long terme. Des études mettent en cause les nitrosamines (composés formés dans l'organisme à partir des nitrates) pour leurs effets cancérigènes (cancers gastro-intestinaux et vésicaux). De nombreux produits phytosanitaires ou leurs dérivés sont également mis en cause dans l'apparition de certains cancers [Cf. «*Les nitrates*» et «*Les pesticides*»]. Un excès d'arsenic dans l'eau (dû à une pollution ou présent naturellement) est mis en cause dans l'apparition de certains cancers cutanés, hépatiques, pulmonaires et vésicaux ainsi que dans l'apparition de certaines maladies cardiovasculaires<sup>11,17,25</sup>. Des effets sur la mutagénicité ou des troubles du métabolisme seraient aussi observés<sup>13</sup>. Actuellement l'Institut de veille sanitaire (InVS) mène une étude visant à évaluer l'impact sanitaire de l'arsenic hydrique en Auvergne<sup>30</sup>.

Le risque sanitaire lié à la qualité des eaux de baignade correspond essentiellement à un risque microbiologique. Dans les eaux de piscine, le risque sanitaire reste faible et assez bien circonscrit par la réglementation<sup>26</sup>. Certains sous-produits de chloration (chloramines) sont toutefois responsables d'irritations cutanées, oculaires, et respiratoires et des incertitudes demeurent sur les effets de ces chloramines suite à de longues expositions (personnel de piscine, entraînement sportif, etc.) ou sur les personnes sensibles (jeunes enfants, etc.)<sup>16,17,26</sup>.

## Aspects réglementaires

### Niveau européen

- Directive n°76/160/CE du 8 décembre 1975 concernant la surveillance sanitaire des eaux de baignade (définition, seuils de qualité, paramètres à contrôler, fréquence et lieux de prélèvement). En cours de révision actuellement.

Les décrets n° 81-324 et 91-980 sont relatifs à l'application de cette directive. Toutes les eaux "pour lesquelles la baignade est habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs et où elle n'est pas interdite pour quelque raison que ce soit" sont concernées par le contrôle sanitaire. Celui-ci porte principalement sur le comptage des germes test de contamination fécale. L'interprétation des résultats conduit à assigner à chaque point une classe :

A = bonne qualité, conforme,  
B = qualité moyenne, conforme,  
C = pollution momentanée, non

conforme,

D = mauvaise qualité, non conforme.

- Directive n° 91/271/CE du 19 mars 1991 qui fixe 3 échéances pour les collectivités, en fonction du nombre d'habitants collectés par le réseau, de s'équiper en réseau d'assainissement et/ou de le mettre aux normes :
  - Le 31/12/98 pour les collectivités de plus de 10 000 habitants en zone sensible ;
  - Le 31/12/00 pour les collectivités de plus de 15 000 habitants en zone normale ;
  - Le 31/12/05 pour toutes les autres collectivités.
- Directive n° 98/83/CE du 3 novembre 1998 : mise en place d'un programme de surveillance de la qualité (microbiologique) de l'eau de consommation (le contrôle de plus d'une soixantaine de paramètres est exigé).

Le décret n° 2001/1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine met en conformité le droit français avec cette directive : actualisation des normes de qualité et prise en compte de l'évolution des connaissances scientifiques et médicales avec renforcement du principe de précaution, en matière de qualité de l'eau. Les exigences de qualité sont fixées par la directive transposée dans le Code de la santé publique. Elles se

fondent sur les valeurs guides de l'OMS ou sont encore plus exigeantes en application du principe de précaution (pour les pesticides par exemple).

- Directive cadre européenne n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000 : atteindre d'ici 2015 le «bon état» écologique et chimique pour tous les milieux aquatiques naturels et la non détérioration de ceux qui sont en très bon état. Directive transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004.

### Niveau national

- Loi sur l'eau n° 64-1245 du 16 décembre 1964.

Découpage de la France en six bassins hydrographiques, création des six Agences de l'eau et instauration de périmètres de protection autour de nouveaux captages. Les périmètres de protection ont pour but de préserver la qualité des ressources utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation. Les six bassins correspondent aux bassins versants des grands fleuves français (bassin Adour-Garonne, bassin Loire-Bretagne, bassin Rhône-Méditerranée-Corse, bassin Seine-Normandie), aux rivières du Nord (bassin Artois-Picardie) et au bassin français du Rhin (bassin Rhin-Meuse). La région Rhône-Alpes se situe sur deux bassins : Rhône-Méditerranée et Loire-Bretagne (création du bassin Corse en 2003).

- Loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992. L'eau s'affirme comme «patrimoine commun et marchand de la Nation». Sa protection et sa mise en valeur sont des missions d'intérêt général. Elle prévoit la création des Schémas [directeur] d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE et SAGE) qui fixent des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection de la ressource. Approuvés par arrêté préfectoral, leurs orientations ont une portée réglementaire et deviennent le cadre de planification de la politique locale de l'eau. On compte un SDAGE par grand bassin hydrographique et des SAGE, non obligatoires, sur des bassins sensibles. La région Rhône-Alpes dispose aujourd'hui de 2 SDAGE (l'un pour la partie Rhône-Méditerranée-Corse et l'autre pour la partie Loire-Bretagne) adoptés en

1996 et de plus d'une dizaine de SAGE en cours de mise en œuvre pour les zones sensibles. Le SAGE « Drôme » et le SAGE « Basse vallée de l'Ain » ont été approuvés. La mise en place des trois périmètres de protection (immédiate, rapprochée, éloignée) devient obligatoire autour de tous les points de captage d'eau.

- Loi n° 2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique.

Concernant l'eau, elle fixe comme objectif de «diminuer par deux d'ici à 2008 le pourcentage de la population alimentée par une eau de distribution publique dont les limites de qualité ne sont pas respectées pour les paramètres microbiologiques et les pesticides».

## Gestion des risques

Aujourd'hui les politiques d'analyse et de gestion des risques ont fait preuve de leur efficacité, notamment dans le domaine microbiologique.

Néanmoins, malgré la mise en place généralisée de règles et d'équipements d'hygiène publique, des phénomènes de risques ou d'épidémies « résiduels » surviennent encore. Il apparaît ainsi que :

- Des micro-organismes, présents dans une eau qualifiée de potable, peuvent rendre malade ;
- Les taux de non-conformité des unités de distribution sont plus élevés en zone rurale ;
- Des eaux non conformes à la réglementation peuvent expliquer 10 à 30 % des cas des gastro-entérites aiguës,
- Des substances chimiques, dont on connaît mal les effets sanitaires, peuvent être présentes dans les eaux ;
- Bon nombre d'incertitudes subsistent concernant les effets sanitaires de certains polluants (les résidus de médicaments, les sous-produits de la chloration, les phtalates, les pesticides, *etc.*).

Nul compartiment n'est donc épargné et nul individu n'est soustrait à ces expositions. De ce constat émerge la question d'une réorientation des méthodes de gestion des risques.

Des améliorations sont nécessaires, en particulier dans les petites unités de distribution en zone rurale pour assurer en permanence la délivrance aux consommateurs d'une eau conforme aux limites de qualité. Des propositions d'actions à mener sont<sup>11, 31</sup>:

- L'installation de dispositifs de désinfection, si nécessaire ;
- Le suivi et la maintenance réguliers de ces dispositifs ;
- La mise en place des périmètres de protection des captages d'eau.

C'est principalement ce dernier point qui est d'actualité. L'établissement de périmètres de

protection suit une procédure complexe. L'initiative appartient à la collectivité. Le périmètre et les servitudes qui lui sont liées sont arrêtés par le Préfet du département sous forme d'une déclaration d'utilité publique (DUP) constituant la protection. Ces périmètres ont vocation à éviter les pollutions de type accidentelles, mais pas les pollutions plus diffuses qui proviennent de l'ensemble du bassin d'alimentation. La loi de santé publique du 9 août 2004, qui prévoit la simplification des procédures de protection pilotées par les DDASS, devrait faciliter la mise en place de ces périmètres<sup>21</sup>. Chaque année, en France, c'est environ 500 nouvelles procédures d'instauration de périmètres de protection qui sont menées à leur terme<sup>11</sup>. En 2004, seules 37 % des ressources en eau potable disposaient de périmètres de protection<sup>26</sup>. La région Rhône-Alpes affichait toutefois un taux de réalisation supérieur à la moyenne nationale (49 %) <sup>21</sup>. Sur le constat que seul un tiers des captages nationaux font l'objet d'une protection en 2004 alors qu'il s'agit, pour certains, d'une obligation réglementaire vieille de 40 ans, la question de la gestion de l'eau se pose. Cette gestion repose sur des compétences locales au niveau des communes et sur une planification au niveau du bassin versant. Le projet de la loi sur l'eau prévoit aussi la possibilité de mettre en place des plans d'action sur les aires d'alimentation des captages pour lutter contre la pollution diffuse. Les acteurs sont donc nombreux et les structures s'enchevêtrent (syndicat de pompage des eaux, de barrage, de distribution, d'assainissement, communauté de communes, *etc.*). Le résultat est un manque de visibilité pour les gestionnaires de risques et le grand public qui ne savent « qui fait quoi » ? L'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques propose une structure de proximité, capable de faire le lien au sein du réseau d'acteurs déjà en place, qui

aurait les moyens de mener une stratégie de préservation territoriale de la ressource pourrait pallier ce problème<sup>20</sup>. Mais d'autres faiblesses tiennent aussi dans la limite des indicateurs de contrôle qui ne sont pas une garantie du « risque zéro » et la difficile maîtrise d'un élément aussi naturel que l'eau, avec ses fluctuations de qualité et quantité.

La Commission d'orientation chargée d'établir le diagnostic de santé environnementale préalable à l'élaboration du PNSE mentionne que « *la gestion des risques sanitaires liés à l'eau doit impérativement prendre en compte les problèmes de quantités et de qualité en considérant la globalité du cycle de l'eau : de la ressource aux robinets et de l'évacuation jusqu'aux rejets dans l'environnement* »<sup>26</sup>.

La tâche est donc ambitieuse, concernant tous les maillons de la chaîne d'alimentation.

**Concernant les eaux de consommation**, la Commission d'orientation propose d'entreprendre de « *nécessaires efforts sur la fiabilité des systèmes de production et de distribution des eaux* »<sup>26</sup>. Le PNSE précise que l'amélioration de la qualité de l'eau passe par « *la simplification des procédures de mise en place des périmètres de protection des captages, le renforcement des moyens de contrôle et d'instruction des DDASS et l'incitation des collectivités locales à protéger 80 % des captages d'ici à 2008 et 100 % des captages d'ici 2010. Ces mesures visent à diminuer par 2 d'ici 2008 le nombre d'habitants desservis par une eau non conforme* »<sup>9</sup>. Par sa dixième action (Cf. « Contexte »), le PNSE met l'accent sur la préservation des captages.

A échelle régionale, dans le cadre du PRSE, ce sont le suivi de l'avancement des procédures de protection des captages et la limitation des pollutions (accidentelle, agricole, industrielle, etc.) par recensement des activités, réalisation d'études détaillées et mise en place de travaux de dépollution qui sont proposés<sup>21</sup>.

Pour l'amélioration des connaissances des risques sanitaires et dans l'objectif de guider les actions de prévention, l'Institut de veille sanitaire (InVS) met actuellement en place un programme national dénommé « *Aquavigilance* » visant à estimer le risque endémique de gastro-entérites hydriques<sup>26</sup>.

**Concernant les eaux de baignade**, la treizième action du PNSE prévoit de réduire les risques sanitaires liés aux baignades. Actuellement, la surveillance des eaux de baignade est confiée aux DDASS qui sont chargées d'établir les programmes d'analyse, de contrôler les sites, d'alimenter la base de données SISE-Eaux du Ministère de la santé, de rechercher les éventuelles causes de contamination et d'informer le public par voie d'affichage<sup>21</sup>. L'action 13 compte s'appuyer sur les évaluations de risque (microbiologique, chimique, etc.) qui seront menées suite à des pollutions décelées par les contrôles sanitaires des DDASS ainsi que sur une évolution de la réglementation<sup>9</sup>.

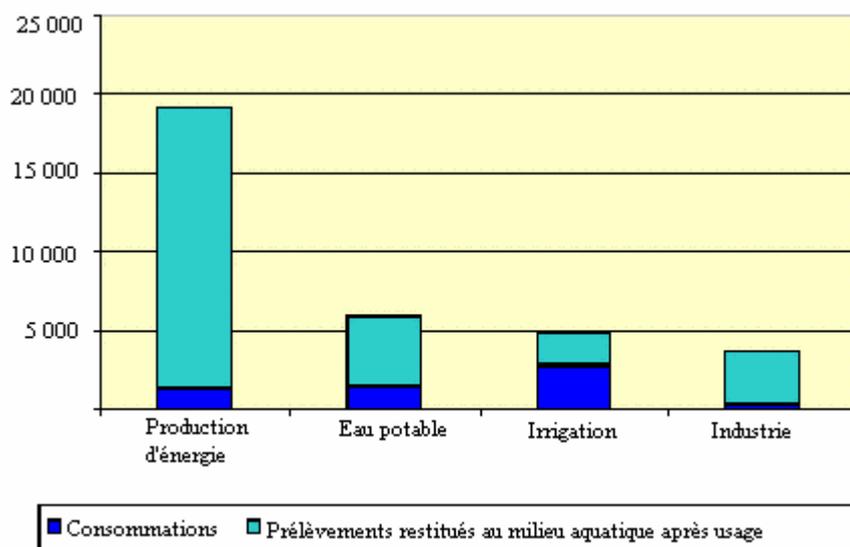
Dans le cadre du PRSE, outre les actions classiques portant sur l'information du public, la protection de la santé et la mise en conformité des eaux qui existent depuis le milieu des années 1970, une action plus spécifique porte sur la préparation de la future Directive baignades. Deux mesures ont ainsi été mises en place au début de l'été 2005 : la simulation de la répartition des eaux de baignade et des loisirs nautiques dans de nouvelles classes de qualité prévues par la Directive révisée et le recensement des sites présentant un profil de vulnérabilité. Une attention particulière est aussi portée sur le phénomène émergent des effervescences algales qui peuvent produire des cyanobactéries toxiques<sup>21</sup>.

Mais certains points ne semblent pas faire l'objet, dans les projets de politique de gestion des risques sanitaires, de l'attention qu'ils mériteraient. Si de nombreuses recherches scientifiques ont cours aujourd'hui dans le domaine de l'eau, rien n'est encore prévu en action immédiate concernant de nombreux polluants préoccupants d'un point de vue sanitaire comme par exemple les parasites tels que *Cryptosporidium* et *Giardia*, les sous-produits dérivés du chlore, les résidus de médicaments, les plastifiants, et les pesticides [Cf. « Les pesticides »]. Des inventaires spécifiques et des évaluations de leur toxicité couplées à des études sur la morbidité attribuable pourraient permettre de mieux appréhender les risques hydriques et là encore, guider de nouvelles mesures de contrôle et de prévention<sup>26</sup>.

## Indicateurs & annexes

### 1. Les prélèvements d'eau

- Répartition des volumes d'eau prélevés et consommés en France par usage en 2001 (en millions de m<sup>3</sup>)



Source : Agences de l'eau, RNDE, Ifen, 2003.

- Volume des prélèvements bruts en Rhône-Alpes en 2002

2002	Quantité totale prélevée (milliers de m <sup>3</sup> )	Dont part prélevée en eau de surface (%)	Total eau de surface et souterraine (part prélevée %)			
			Agriculture	Énergie (n.c. turbinage hydroélectrique)	Réseau public d'adduction d'eau	Industrie
Rhône-Alpes	13 686 594	92,4	1,6	89,6	4,4	4,4
France Métrop.	33 163 952	81,2	13,7	55,9	18,9	11,5

Source : Agences de l'eau, RNDE. Extrait de la base de données Eider, Ifen<sup>15</sup>.

Les statistiques sont établies sur la base des déclarations faites par les usagers (collectivités locales, agriculteurs, industriels) auprès des six Agences de l'eau.

Les prélèvements d'eau en Rhône-Alpes représentent 41 % des prélèvements nationaux. L'importance des volumes est liée à la production d'énergie (la majeure partie de cette eau étant restituée au milieu naturel).

## 2. Conformité des eaux en Rhône-Alpes

► Pourcentage\* de population desservie par une eau de consommation non conforme pour le paramètre microbiologie dans la région Rhône-Alpes

\* Population desservie par une eau non conforme pour le paramètre micro-biologie / Population totale desservie

	Ain	Ardèche	Rhône	Loire	Drôme	Isère	Savoie	Haute Savoie	Rhône Alpes	France Métrop.
2002	7,4	8,8	0,1	5,7	11,2	17,3	22,0	15,5**	8,4	5,3
2003	2,2	13,6	0,3	5,0**	9,3	11,9	9,7	17,2**	9,1	4,9

Source : Base de données Eider, Ifen<sup>15</sup>. Exploitation : ORS Rhône-Alpes.

\*\* Données fournies par les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS 42 /DDASS 74)

Une analyse est réputée non conforme pour la microbiologie quand la proportion de coliformes et de streptocoques est supérieure à la norme tolérée. L'eau desservie par une unité de distribution est réputée non conforme sur l'année lorsque plus de 5 % des analyses qui ont été effectuées dans l'année se sont révélées non conformes. On somme les populations desservies par ces unités de distribution. Le nombre d'unités de distribution contrôlées ou leur changement d'organisation peuvent faire varier légèrement la population observée d'une année sur l'autre.

► Conformité des eaux douces de baignade en Rhône-Alpes

Nombre de points de surveillance en 2003 de :	Ain	Ardèche	Rhône	Loire	Drôme	Isère	Savoie	Haute Savoie	Rhône Alpes	France Métrop.
Classe A	19	19	6	5	5	11	30	27	122	644
Classe B	8	26	4	4	24	13	13	8	100	634
Classe C	1	0	0	1	0	1	2	2	7	64
Classe D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Total	28	45	10	10	29	25	45	37	229	1352

	Nombre de points de surveillance	Proportion de points de catégorie (%)			
		Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Rhône-Alpes 2003	229	53,3	43,7	3,0	0,0
Rhône-Alpes 2000	229	47,2	48,9	3,9	0,0
France métrop. 2003	1352	47,6	47,0	4,7	0,7
France métrop. 2000	1440	45,3	48,6	5,7	0,4

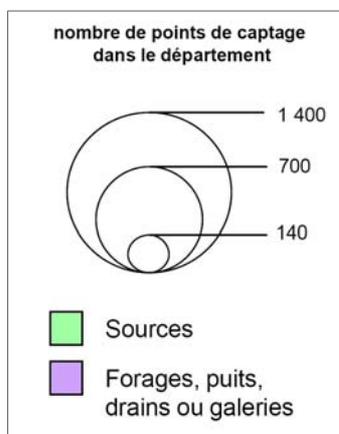
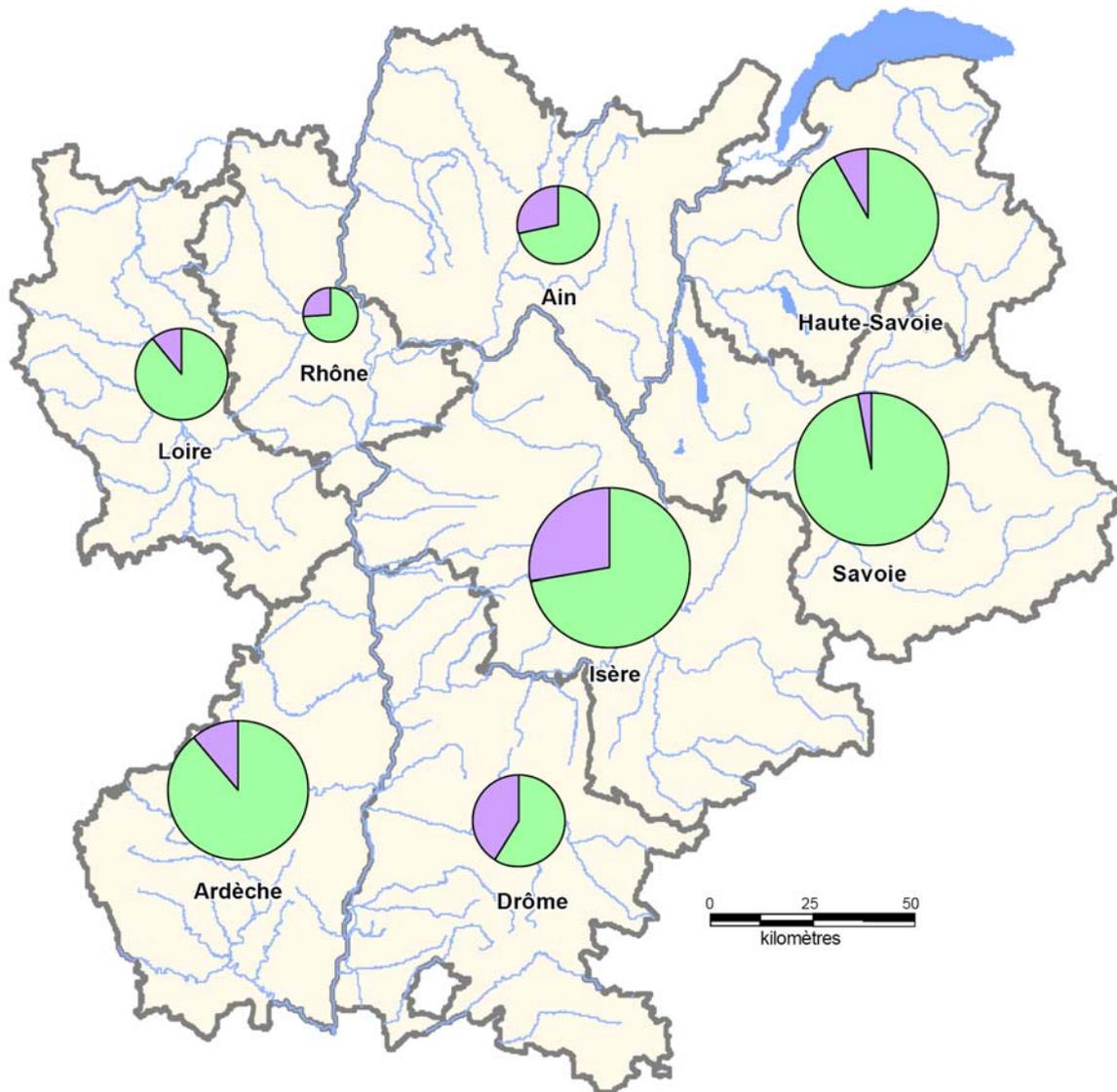
Source : Base de données Eider, Ifen<sup>15</sup>. Exploitation : ORS Rhône-Alpes.

A = bonne qualité, conforme,  
 B = qualité moyenne, conforme,  
 C = pollutions momentanées, non conforme,  
 D = mauvaise qualité, non conforme.

Le nombre de points de surveillance en Rhône-Alpes représente 17 % du territoire national. Dans la région, les proportions des eaux de bonne et moyenne qualité (classes A et B) sont légèrement supérieures aux proportions nationales (97 % contre 95 % en 2003).

### 3. Les captages d'alimentation en eau potable

► Nature et nombre de captages d'alimentation en eau potable d'origine souterraine dans la région Rhône-Alpes



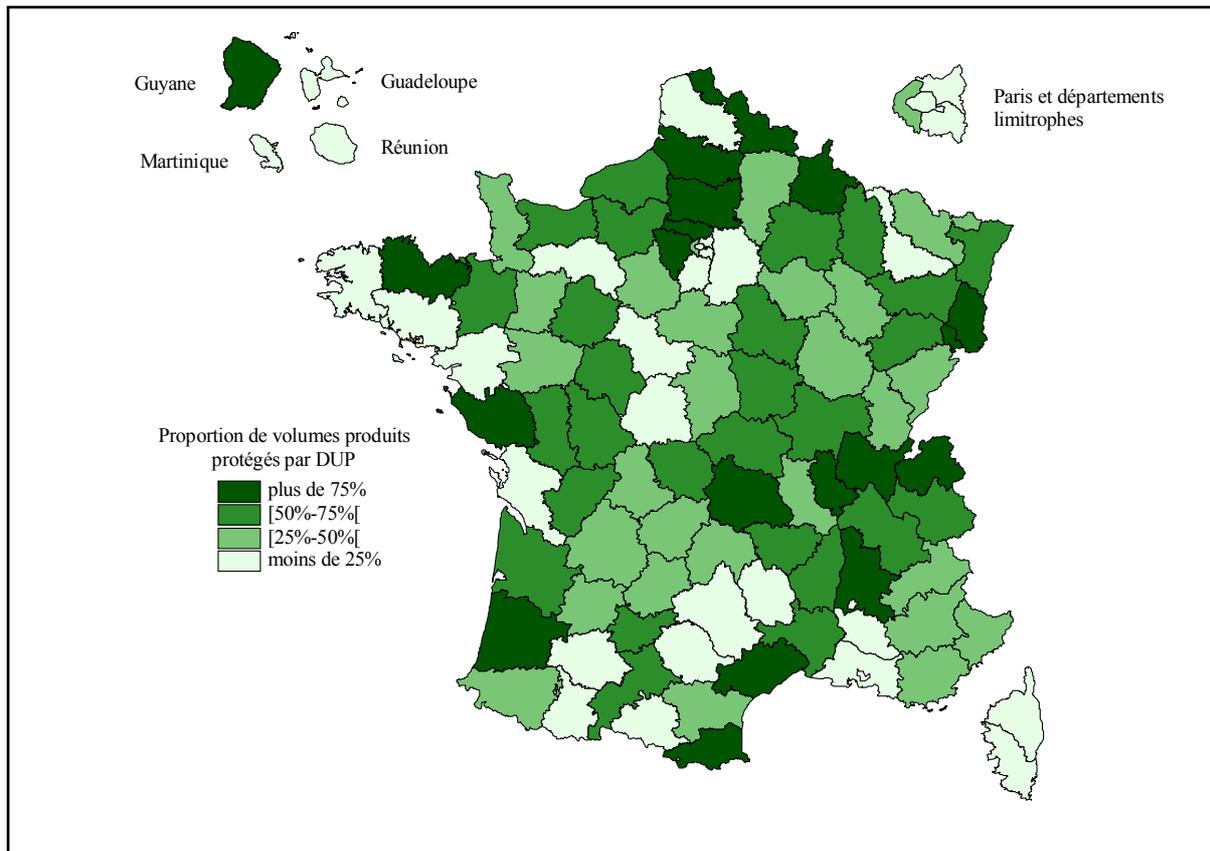
Source : Drass (2000) , Diren Rhône-Alpes.  
Extrait du rapport de la Diren, « L'eau en Rhône-Alpes »<sup>31</sup>.

La répartition géographique des captages est très inégale : dans les zones de forte densité urbaine, leur nombre est généralement faible (moins d'une centaine de captages pour le Rhône par exemple) alors que, dans des zones de faible densité urbaine (zones de montagne), près d'un millier de captages peuvent être dénombrés (exemple de la Savoie, la Haute-Savoie, l'Isère et l'Ardèche).

Dans les zones montagneuses et dans le sud de l'Ardèche, la présence de nombreux points de captage, est significative de territoires dont la structure géologique empêche tout stockage de l'eau.

La France compte un peu plus de 35 500 captages d'eau potable (hors captages privés) dont 95 % exploitent les eaux souterraines. Ces captages, fournissent 63 % du volume d'eau distribuée en France.

► Proportion de débit d'eau provenant de captages protégés en 2004



Source : Ministère chargé de la santé, Ddass et SISE-Eaux. Extrait du rapport de la DGS « la qualité de l'eau potable »<sup>11</sup>.  
Exploitation : ORS Rhône-Alpes.

La Haute-Savoie, l'Ain, le Rhône et la Drôme ont plus de 75 % des captages protégés par déclaration d'utilité publique (DUP).

#### 4. Investigations épidémiologiques récentes liées à l'eau en Rhône-Alpes

Dans la région Rhône-Alpes, différentes épidémies dont la cause était l'eau de distribution publique ont fait l'objet d'investigations ces dernières années. D'une manière systématique, le déclenchement du signal épidémique passe par le corps sanitaire (hôpitaux, médecins, etc.) qui, suite au constat d'un « nombre de cas » anormalement élevé, alerte la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass), laquelle saisit la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire).

La Cire Rhône-Alpes et la DDASS ont ainsi investigué :

- Une épidémie de gastro-entérites liée à la pollution du réseau de distribution d'eau potable de la commune de Divonne-les-Bains (Ain) en août-septembre 2003 ;
- Une épidémie de gastro-entérites en Isère en 2002 ;
- Une épidémie de gastro-entérites aux Arcs en Savoie en 2006.

L'ensemble des travaux réalisés est consultable sur le site web de la Cire : <http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/liecirei.htm>.

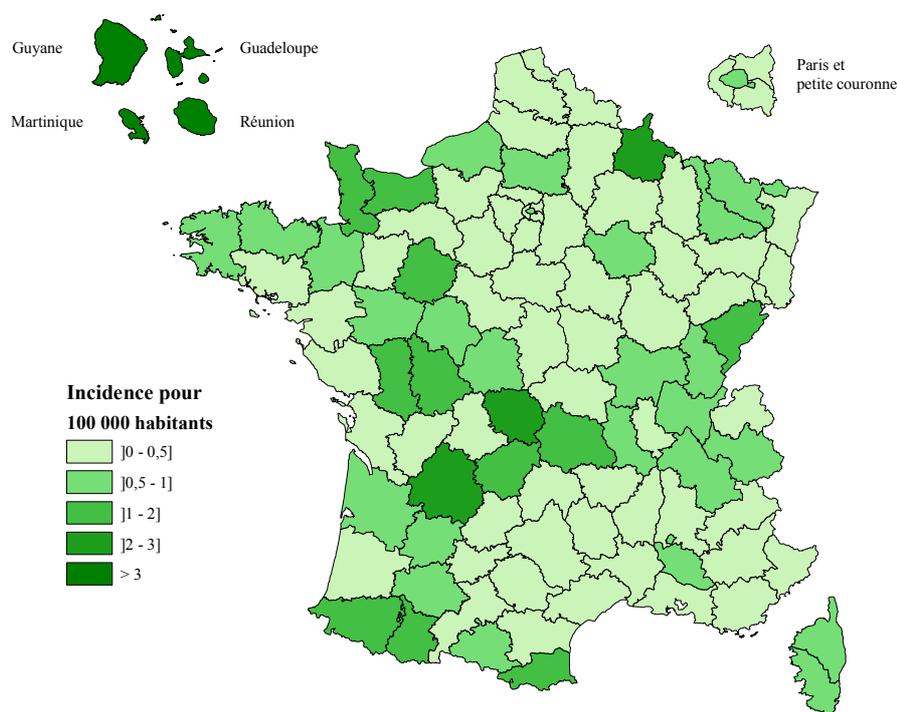
### 5. Incidence de certaines maladies d'origine hydrique dans quelques états membres de l'Union européenne (cas pour 100 000 habitants)

		Europe (15)	Allemagne	Belgique	Danemark	Espagne	France	France métrop.*	Irlande	Italie	Royaume- Uni
Leptospirose	1996	-	0,03	-	0,08	0,03	1,73	0,72	0,17	0,13	0,04
	1997	0,31	0,03	-	0,04	0,02	1,62	0,57	0,22	0,09	0,07
	1998	0,26	0,05	-	0,04	0,02	1,16	0,44	0,32	0,12	0,06
	1999	0,28	0,06	-	-	0,01	1,29	0,52	0,16	0,11	0,07
	2000	-	0,05	-	0,13	0,02	0,08	0,44	0,20	0,08	0,10
	2001	-	0,06	-	0,07	0,02	0,45	0,48	0,24	0,05	0,04
Salmonellose	1999	47,5	104,0	154,4	43,6	17,6	23,2		25,8	24,5	33,8
	2000	43,0	96,8	136,9	43,6	16,3	21,8		16,9	20,5	28,8
	2001	40,6	93,8	104,3	54,6	19,4	21,8		11,2	12,0	29,0
Shigellose	1999	2,1	2,0	2,9	1,0	0,2	1,6		3,1	3,1	2,7
	2000	2,0	1,6	2,0	2,9	0,2	1,6		0,8	4,1	2,7
	2001	-	2,0	4,5	2,8	0,2	-		0,7	3,2	2,4

Source : Extrait du rapport Eurostat de la Commission Européenne, « chiffres clés sur la santé 2002 »<sup>27</sup>.

Les données de la France métropolitaine\* sont fournies par le CNR des Leptospires. Institut Pasteur 28, rue du Dr Roux 75724 PARIS.

### 6. Répartition départementale de l'incidence de la leptospire en France (2002 - 2004)



Source : Danièle Postic et Guy Baranton. CNR des Leptospires. Institut Pasteur 28, rue du Dr Roux 75724 PARIS cédex 15.  
<http://www.pasteur.fr/recherche/Leptospira/LeptospiraF.html>. Exploitation ORS Rhône-Alpes.

En France, on observe une incidence moyenne de 592 cas annuels de leptospirose sur les années 2002-2004 (dont 296 dans les DOM). Alors que les taux d'incidence dans chacun des 95 départements métropolitains n'atteignent jamais les 3 cas pour 100 000 habitants, ils varient entre 7 et 33 pour les DOMs.

Les taux moyens d'incidence en métropole ont été de 0,61 en 2002, 0,5 en 2003 et 0,38 en 2004. L'incidence maximale survient en Aquitaine, Limousin, Basse-Normandie et Champagne-Ardenne.

## Glossaire

**Eau potable** : Eau destinée à la consommation humaine, qui peut être bue toute une vie sans risque pour la santé. L'eau potable est l'eau du robinet, de table ou de source mais elle exclut les eaux minérales naturelles qui ont des propriétés thérapeutiques propres. Pour être potable, l'eau ne doit contenir aucun coliforme thermotolérant ni streptocoque fécal dans 100 millilitres et ne doit pas contenir plus d'une spore de bactérie anaérobie sulfite-réductrice par 20 millilitres (défini par décret). Elle est alors dite conforme.

**Évapotranspiration** : Elle se compose, d'une part, de l'évaporation directe qui s'effectue à partir des sols humides et des différents plans d'eau, et d'autre part, de la transpiration des végétaux.

**Helminthiase** : Maladies humaines et animales dues à l'infestation par des vers intestinaux : les helminthes. La contamination par les helminthes se fait généralement par l'ingestion d'aliment et d'eau contaminés (contenant les vers responsables). Certaines helminthiases sont le résultat d'une contamination par piqûre d'insecte (en dehors de la dracunculose). L'anguillulose, la bilharziose et l'ankylostomiase sont des helminthiases dues à la pénétration de parasites à travers la peau.

**Leptospirose** : Maladie infectieuse provoquée par une bactérie qui parasite de nombreux animaux, en particulier des rongeurs (rats) en milieux aqueux plus particulièrement chauds. La contamination se fait par morsure, mais le plus souvent par voie percutanée par simple contact hydrique (80 %). Le risque est surtout professionnel (agriculteurs, éleveurs, personnels des abattoirs, bouchers, tanneurs, égoutiers, éboueurs, personnel de voirie, vétérinaires, animaliers, personnels des eaux et forêts, plombiers, agents de bassin d'épuration, plongeurs, personnels d'intervention d'urgence, agents du gaz et électricité). Pêcheurs en eau douce, chasseurs, spéléologues et tous les sportifs en eau douce peuvent être contaminés.

**Pathogène** : Se dit de tout micro-organisme capable de déclencher une maladie infectieuse.

**Shigellose** (ou dysenterie bacillaire) : Maladie infectieuse due à des bactéries, les shigelles, présentes par insuffisance d'hygiène. Les shigelles sont transmises par voie féco-orale. L'homme est le seul réservoir des shigelles et peut éliminer ces bactéries dans ses selles pendant des semaines après un épisode dysentérique. Le plus souvent, la transmission est directe, du malade à son entourage. L'eau et les aliments souillés par des déjections contenant *Shigella* peuvent également transmettre la maladie ainsi que les mouches.

## Quelques ressources et acteurs

### NIVEAU NATIONAL

**Le Ministère de l'écologie et du développement durable**

<http://www.ecologie.gouv.fr>  
<http://www.eaufrance.fr>

**L'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement**

<http://www.astee.org>

**Le Ministère de la santé : I-SISE-B@ignades**

<http://baignades.sante.gouv.fr/> (dossier eau de baignade)

**Le Centre d'appui et de ressource télématique des élus locaux**

<http://www.carteteau.org>

**Le Plan national santé-environnement**

<http://www.sante.gouv.fr/html/dossiers/pnse/sommaire.htm>

**Le site des outils de gestion intégrée des eaux**

<http://www.gesteau.eaufrance.fr>

**Les Agences de l'eau**

<http://www.lesagencesdeleau.fr>

**L'accès aux données des eaux souterraines**

<http://www.ades.eaufrance.fr>

**L'Académie nationale de l'eau**

<http://www.oieau.fr/academie>

**Le service d'administration nationale des données et des référentiels sur l'eau**

<http://www.sandre.eaufrance.fr>

**Le Centre d'information sur l'eau**

<http://www.cieau.com/accueil.htm>

**Le Centre de documentation, de recherche, et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles**

<http://www.le-cedre.fr>

**L'Agence française de sécurité sanitaire environnementale et du travail**

<http://www.afsse.fr>

**L'Institut de veille sanitaire**

<http://www.invs.sante.fr>

**Les rejets de substances dangereuses dans les eaux, Institut national de l'environnement industriel et des risques**  
<http://rsde.ineris.fr>

**L'Institut français de l'environnement**  
<http://www.ifen.fr>

**Le Réseau national des données sur l'eau**  
<http://www.rmde.tm.fr>

**Le Bureau de recherches géologiques et minières**  
<http://www.brgm.fr>

**L'Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement**  
<http://www.cemagref.fr>

**La mission inter-services de l'eau**  
<http://www.mise41.net/>

**L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments**  
<http://www.afssa.fr/>

#### NIVEAU REGIONAL

**Les Directions départementales et régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

**La Direction régionale de l'environnement de Rhône-Alpes**  
<http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr>

**La Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement**  
<http://www.rhone-alpes.drirre.gouv.fr>

**Le Plan régional santé-environnement**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/prsp/acrobat/prse.pdf>

**La Cellule d'intervention régionale en épidémiologie**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/liecirei.htm>

**L'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse et l'Agence Loire-Bretagne**  
<http://www.eaurmc.fr>  
<http://www.eau-loire-bretagne.fr>

**Le réseau de bassin Rhône-Méditerranée et Corse**  
[http://www.environnement.gouv.fr/rhone-alpes/bassin\\_rmc/rdbrmc](http://www.environnement.gouv.fr/rhone-alpes/bassin_rmc/rdbrmc)

**Le Secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles et des risques dans l'agglomération lyonnaise**  
<http://www.lyon-spiral.org>

**La Communauté urbaine de Lyon**  
<http://www.grandlyon.com>

## Bibliographie

1. Organisation mondiale de la santé (OMS). Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 report. OMS, UNICEF, 2000, 77p.
2. Organisation mondiale de la santé (OMS). Les effets de l'environnement sur la santé de la mère et de l'enfant. OMS, fév. 2005, aide mémoire n°284.
3. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). La perception des situations à risque par les Français. Baromètre 2004. Disponible sur <<http://www.irsn.org/>> (consulté en oct. 2005).
4. Centre d'information sur l'eau (C.I.eau). L'eau et les Français. Baromètre SOFRES/C.I.eau 2005. Disponible sur <<http://www.cieau.com/>> (consulté en oct. 2005).
5. Centre d'information sur l'eau (C.I.eau). Les Français et l'eau, dix ans d'opinions et d'études de 1995 à 2005. Juin 2005, 84p.
6. Lefeuvre JC., Guiral D., Graffin V. et al. La prise en compte par la France des polluants chimiques et d'origine microbiologique présents dans les eaux dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau. Muséum d'histoire naturelle, mai 2005, 279p.
7. Robinet P. La qualité de l'eau en France. Points essentiels. Muséum d'histoire naturelle. Juin 2005, 13p.
8. Direction régionale de l'environnement (DIREN) Rhône-Alpes. Rapport d'activité 2004, juin 2005, 28p.
9. Ministère de la solidarité, de la santé et de la protection sociale, Ministère de l'écologie et du développement durable, Ministère de l'emploi du travail et de la cohésion sociale, Ministère délégué à la Recherche. Plan national santé environnement 2004-2008. Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement. Mssps, 2004, 88p. (synthèse 7p.).
10. Institut français de l'environnement (IFEN). Les prélèvements d'eau en France et en Europe. Données de l'environnement, juil. 2005, n°104, 4p.
11. Direction générale de la santé (DGS). La qualité de l'eau potable en France, aspects sanitaires et réglementaires. Dossier d'information, sept. 2005, 42p.

12. Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS) Rhône-Alpes. L'eau potable distribuée dans la région Rhône-Alpes. État des lieux 1999. La Lettre de la DRASS, avr.1999, n°1999-01-L, 4p.
13. Laperrouse P. Panorama de la santé en Rhône-Alpes. Document préparatoire au Plan Régional de Santé Publique. DRASS, les Dossiers de la DRASS, janv. 2005, n°2005-06-D, 27p.
14. Centre d'information sur l'eau (C.I.eau ). L'eau en chiffres. Janv. 2003. Disponible sur <<http://www.cieau.com/accueil.htm>> (consulté en oct. 2005).
15. Institut français de l'environnement (IFEN). Base de données EIDER (ensemble intégré des descripteurs de l'environnement régional). CD-Rom de données n°1, Sept. 2005.
16. Zmirou D., Bard D., Dab W. et al. Quels risques pour notre santé ? Syros, 2000, 335p.
17. Gérin M., Gosselin P., Cordier S. et al. Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Éditions Tec & Doc, Edisem, fév. 2003, 1023p.
18. Dossier santé et environnement. Actualité et Dossier en santé publique. 1995, n°13, 43p.
19. Direction générale de la santé (DGS). L'eau potable en France, 2002-2004. Guide technique Eau et santé, juil. 2005, 53p. Disponible sur <<http://www.sante.gouv.fr/>> (consulté en oct. 2005).
20. Miquel G., Revol H., et Birraux C. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Assemblée nationale n°705, Sénat n° 215, 2003, tome 1, 195p.
21. Préfecture de la région Rhône-Alpes. Plan régional santé-environnement en Rhône-Alpes, 2006-2010. Sept. 2006, 159p.
22. Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS) Rhône-Alpes. Évaluation de la qualité des eaux de baignade. La Lettre de la DRASS, août 2005, n° 2005-06-L, 4p.
23. Vilaginès R. Eau, Environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. Éditions Tec & Doc, 2003, 2<sup>ème</sup> éd., 109p.
24. Payment P., Richardson L., Siemiatycki J. et al. A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to the consumption of drinking water meeting current microbiological standards. Am J. Public Health, 1991, 81, 703-8.
25. Giroult E., Seux R. Eau, environnement et santé. Un enjeu majeur pour le XXI<sup>ème</sup> siècle. Éditions ENSP, 2002, 396p.
26. Momas I., Caillard J.F., Lesaffre B. Plan National Santé Environnement. Rapport de la Commission d'Orientation. La Documentation Française, 2004, 296p.
27. Commission Européenne. Statistiques de la santé. Chiffres clés sur la santé 2002. Données 1970-2001. Eurostat, panorama de l'Union européenne, 2002, 457p.
28. Dubois M.C., Tracol R. Une épidémie de shigellose liée à la baignade dans un lac. Bulletin épidémiologique hebdomadaire, 1996, n°19, 1-3p.
29. Centre Rhône-Alpes d'épidémiologie et de prévention sanitaire (CAREPS). Évaluation de l'efficacité de la lutte contre la dermatite du nageur du lac d'Annecy. 2000.
30. Ravault C., Fabres B., Ledrans M. Exposition chronique à l'arsenic hydrique et risques pour la santé, bilan des données épidémiologiques. Évaluation quantitative des risques sanitaires en Auvergne. InVS, mars 2003, 108p.
31. Direction régionale de l'environnement (DIREN) Rhône-Alpes. L'eau en Rhône-Alpes, panorama sur l'eau et les milieux aquatiques. Oct. 2000, 130p.
32. Institut de veille sanitaire (InVS). La leptospire en France de 2001 à 2003. Déc. 2005, 8p. Disponible sur <<http://www.invs.sante.fr/>> (consulté en janv. 2006).

Dossiers complémentaires à consulter :

- ◆ Les pesticides
- ◆ Les risques infectieux
- ◆ Le plomb
- ◆ L'activité industrielle
- ◆ Les sols
- ◆ Les légionelles
- ◆ Les nitrates
- ◆ Les pratiques agricoles

Sont remerciés pour leur précieuse relecture :

- ◆ Zoé Bauchet, Direction régionale de l'environnement (DIREN) de Rhône-Alpes
- ◆ Cécile Marqueste, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse
- ◆ Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes
- ◆ Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) de Rhône-Alpes

# L'air

## Faits marquants

- L'air constitue pour l'homme un environnement imposé et vital. L'homme respire en moyenne 15 m<sup>3</sup> d'air par jour et s'expose à la pollution par ses voies aériennes.
- Les principales sources de pollution atmosphérique sont l'industrie et les transports en volumes d'émissions. La région Rhône-Alpes occupe la première place pour les composés organiques volatils (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et le cuivre. Elle est à la deuxième place pour les particules en suspension (PS), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et certains métaux (plomb, cadmium, arsenic). Elle occupe une position plus favorable pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), les dioxines, le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).
- A court terme, la pollution atmosphérique provoque des décès anticipés (d'origine respiratoire et cardiovasculaire) et aggrave la prévalence de symptômes respiratoires chez les sujets sensibles (asthmatiques, insuffisants respiratoires, *etc.*). A long terme, elle augmente le risque de décès, diminue la fonction respiratoire et favorise le développement d'affections respiratoires chroniques.
- A ce jour, aucune étude n'est parvenue à déterminer, à l'échelle de la population, un seuil de concentration en deçà duquel les polluants atmosphériques seraient sans effet sur la santé.
- En Rhône-Alpes, l'air est de bonne qualité pour le SO<sub>2</sub>, le CO et le Pb, de mauvaise qualité pour les NO<sub>x</sub>, les PS et l'ozone, et dans une situation peu satisfaisante pour certains COV (benzène notamment) et les HAP.
- Dans la région, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par six associations agréées. Seuls les niveaux de certains polluants indicateurs font l'objet d'un suivi quotidien.
- L'amélioration de la qualité de l'air, en particulier en milieu urbain, au delà du respect des valeurs réglementaires, permettrait un gain sanitaire important compte tenu de la taille de la population exposée.

## Contexte

L'air constitue pour l'homme un environnement imposé et vital, auquel il est continuellement exposé. Or, l'air respiré joue un rôle non négligeable sur la santé humaine, surtout s'il est pollué<sup>1</sup>.

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), chaque année, la pollution de l'air fait des millions de victimes et entraîne des affections graves : troubles respiratoires, asthme, affections pulmonaires chroniques obstructives, maladies cardiovasculaires et cancers du poumon principalement. Ce serait trois millions de personnes qui meurent chaque année sous l'effet de la pollution

atmosphérique, ce qui représente près de 5 % des 55 millions de décès annuels dans le monde<sup>2</sup>. En France, 30 000 décès par an liés à la pollution atmosphérique urbaine pourraient être évités. Par ailleurs, depuis 20 ans, un doublement de la prévalence des maladies allergiques respiratoires est enregistré<sup>3</sup>. Pour les citoyens français, en 2004, le réchauffement de l'atmosphère (effet de serre) et la pollution de l'air arrivent en première (ex-æquo avec la pollution de l'eau) et deuxième position des préoccupations environnementales<sup>4</sup>. Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), les français sont 72 % à percevoir la

pollution atmosphérique comme une réelle menace pour la santé, 45 % d'entre eux déclarent en être directement victimes ou connaître des personnes gênées par cette pollution dans leur entourage.

La pollution de l'air est un phénomène complexe. Les polluants atmosphériques sont nombreux et on distingue des polluants chimiques, biologiques et physiques. Selon la nature des polluants et des sources de pollution, différents types de pollution de l'air sont caractérisés : la pollution urbaine, la pollution industrielle, la pollution intérieure, la pollution radiologique et la pollution aérobiologique. Seules la pollution urbaine et la pollution industrielle sont abordées dans cette fiche<sup>NB</sup>.

La pollution atmosphérique apparaît comme un enjeu de santé publique et le « *droit de chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé* » s'inscrit dans un cadre réglementaire (article un de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, LAURE, de 1996)<sup>5</sup>.

En 2004, l'un des trois objectifs majeurs du Plan national santé environnement (PNSE) propose de garantir un air de bonne qualité<sup>3</sup>. Pour atteindre cet objectif, diverses actions déclinées selon les sources émettrices de polluants sont énoncées :

- *Action 4 : « réduire les émissions de particules diesel par les sources mobiles » ;*

- *Action 5 : « promouvoir les modes de déplacements alternatifs » ;*
- *Action 7 : « réduire les émissions aériennes de substances toxiques d'origine industrielle » ;*
- *Action 8 : « réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) des installations industrielles » ;*
- *Action 9 : « réduire les émissions polluantes du secteur résidentiel-tertiaire ».*

Axées principalement sur les émissions issues du secteur des transports, de l'industrie, et du résidentiel-tertiaire, ces actions concernent particulièrement la région Rhône-Alpes qui, en tant que deuxième région économique française, dispose d'une importante activité industrielle (secteurs de pointe, biotechnologique et électronique, « couloir de la chimie », etc.) et de pôles urbains à forte densité démographique.

*NB : La pollution industrielle est aussi développée dans « L'activité industrielle » ; La pollution de l'air dans les espaces intérieurs est traitée dans « L'habitat et l'air intérieur » ; La pollution radiologique est traitée dans « Les rayonnements ionisants » et « les rayonnements non ionisants » ; La pollution biologique est traitée dans « Les pollens et l'ambrosie » et « Les légionelles » ; Les nuisances olfactives sont développées dans « La qualité de vie, le bruit et les odeurs ». Enfin, les grands problèmes planétaires consécutifs à la pollution atmosphérique tels que l'effet de serre, « le trou de la couche d'ozone » et les retombées acides ne sont pas évoqués.*

## Sources d'exposition / Pollution

En France, la loi sur l'air de 1996 définit la pollution atmosphérique comme « *l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables, de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives* »<sup>5</sup>.

La pollution de l'air est un phénomène complexe, d'origine anthropique et naturelle dont les effets sont divers. Seule la pollution chimique susceptible d'avoir un impact sur la santé sera évoquée dans cette fiche.

### Les sources de pollution et les polluants

Les sources de pollution, industrielle et urbaine, sont soit fixes, soit mobiles.

Parmi les sources fixes, on compte les installations artisanales et industrielles (métallurgie, chimie, sidérurgie, cimenterie, etc.), les installations de combustion, qui fournissent chauffage et énergie (chaudières, foyers de combustion, etc.) et les installations d'incinération des déchets<sup>6</sup>.

Les principaux polluants atmosphériques issus de sources fixes dérivent de l'oxydation du carbone organique présent dans les combustibles, d'impuretés (soufre) et de l'azote constitutif de l'air. On peut citer des polluants classiques, connus de longue date tels que le

monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les particules en suspension (PS). Plus récemment se sont ajoutées d'autres substances telles que le fluor issu de la métallurgie de l'aluminium, l'acide chlorhydrique (HCl) issu des décharges et incinérateurs, l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) issu de l'agriculture, les métaux lourds (plomb, mercure, cadmium, arsenic, *etc.*) et toutes sortes de gaz à effet de serre : dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), chlorofluorocarbures (CFC), *etc.* issus de l'industrie<sup>6</sup>.

Les sources mobiles sont les transports aériens, maritimes, ferroviaires et surtout les transports routiers.

Les polluants issus de sources mobiles proviennent des échappements des moteurs de véhicules et de l'évaporation des essences. On rencontre ainsi essentiellement des NO<sub>x</sub>, des PS, du CO, du CO<sub>2</sub>, des hydrocarbures aromatiques mono- et polycycliques (HAM-HAP), du SO<sub>2</sub>. Les moteurs diesel émettent moins de CO, CO<sub>2</sub>, et d'hydrocarbures que les moteurs à essence mais leur très fortes émissions en NO<sub>x</sub>, (1,6 fois plus) et PS (30 fois plus) sont préoccupantes. Les moteurs à biocarburants émettent plutôt des hydrocarbures et des COV<sup>6</sup>.

**Les particules (PS)** : Elles regroupent les particules microscopiques différenciées selon leur diamètre aérodynamique (PM<sub>10</sub> si taille < 10 μm et PM<sub>2,5</sub> si taille < 2,5 μm). Les principales sources sont les installations de combustion, l'incinération, les transports (diesel) et les procédés industriels tels que l'extraction de minéraux, la cimenterie, la sidérurgie, l'aciérie, la fonderie, la plâtrerie, la chimie fine, *etc.* Les PS peuvent servir de vecteurs à différentes substances toxiques cancérigènes ou mutagènes telles que les métaux lourds ou les HAP. Dans la région, les émissions les plus fortes reposent sur un peu plus de 15 000 tonnes (38 %) de PM<sub>10</sub> issues de l'industrie et les 8 200 tonnes (36 %) de PM<sub>2,5</sub> du secteur résidentiel-tertiaire. La région Rhône-Alpes se place en deuxième position des régions françaises les plus émettrices (derrière Midi-Pyrénées)<sup>7</sup>. Les valeurs limites\* journalières sont respectées alors qu'en moyenne annuelle, les objectifs de qualité\* sont dépassés ou susceptibles de l'être à proximité des sites très influencés par la circulation automobile<sup>8,12</sup>. Ceci illustre le fait que, du point

de vue de la responsabilité des différentes sources sur la santé publique, c'est leur part dans les concentrations auxquelles la population est exposée qui est importante, et non pas leur part dans les émissions.

**Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** : Les rejets sont dus à l'utilisation de combustibles fossiles soufrés (charbon, lignite, coke de pétrole, fuel, gazole) et à quelques procédés industriels (production de pâte à papier, raffinage du pétrole, *etc.*). Les plus gros émetteurs sont généralement les centrales thermiques, les raffineries, les grandes installations de combustion, *etc.* Le gaz naturel, le GPL et le bois sont des combustibles pas ou très peu soufrés. La région Rhône-Alpes, par son industrie qui représente 70 % des émissions, se place en sixième position des 22 régions de France métropolitaine<sup>7</sup>. A Lyon, la pollution au SO<sub>2</sub> a été diminuée par 10 en 20 ans. En termes de moyenne annuelle, ces dernières années, l'objectif de qualité de 50 μg/m<sup>3</sup> est respecté. Mais en valeur journalière, des dépassements de la valeur limite sont observés notamment dans le centre ville de l'agglomération lyonnaise (pic de pollution sur la moitié des stations en janvier 1997)<sup>8,12</sup>. La situation devrait cependant s'améliorer dans les années à venir puisque le gazole a été désoufré (passage en 2005 à la norme euro4 qui limite désormais à 50 ppm de soufre contre 300 ppm auparavant).

**Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)** : Ils regroupent le monoxyde et le dioxyde d'azote (NO<sub>x</sub>=NO+NO<sub>2</sub>). Les principaux émetteurs sont les grandes installations de combustion et surtout les véhicules automobiles (d'où une politique de réduction au moyen de pots catalytiques). Volcans, orages, feux de forêts contribuent aussi aux émissions. Le NO<sub>2</sub> est responsable dans les villes à forte circulation de la couleur brunâtre des couches d'air pollué situées à quelques centaines de mètres d'altitude (avec une action conjointe des particules). Il est un bon indicateur des sources mobiles. En Rhône-Alpes, ce sont les transports routiers qui sont les principaux émetteurs de NO<sub>x</sub> (66 %). La région occupe ainsi la deuxième place des régions françaises les plus émettrices, après l'Île de France<sup>7</sup>. La valeur limite annuelle est respectée. Les objectifs de qualité sont dépassés essentiellement sur les sites en bordure des axes de circulation très fréquentés en agglomération<sup>8,12</sup>.

**Le monoxyde de carbone (CO)** : Il est produit par des combustions incomplètes généralement dues à des installations mal réglées. Il est présent dans les rejets de certains procédés industriels (agglomération de minerai, aciéries, incinération de déchets) mais il est surtout présent dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles. En Rhône-Alpes, les transports routiers sont responsables de 60 % des émissions, le secteur résidentiel-tertiaire de 29 %, ce qui classe la région à la cinquième position<sup>7</sup>. La valeur limite de 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 8h mesurée par des stations de proximité automobile est satisfaite sur tous les sites de mesure, excepté dans les tunnels ou les parkings<sup>8,12</sup> [Cf. «*L'habitat et l'air intérieur*»].

**Les composés organiques volatils (COV)** : Ils regroupent une multitude de substances (plus de 300 types dans l'air), s'évaporant facilement dans l'atmosphère et qui ne correspondent pas à une définition très rigoureuse. Certains seulement sont toxiques pour l'homme. Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH<sub>4</sub>) qui est un COV particulier, naturellement présent dans l'air. Les COV émis par l'activité humaine sont issus principalement de solvants ou de carburants, secondairement d'autres composés organiques. Les émissions sont dues à certains procédés industriels (chimie, dégraissage des métaux, application de peinture, imprimerie, caoutchouc, raffinage du pétrole, etc.). On les retrouve dans l'habitat où ils sont issus de l'utilisation de combustibles ou de produits domestiques (peinture, produits d'entretien, parfums et cosmétiques, tabac, etc.) [Cf. «*L'habitat et l'air intérieur*»]. Pour une part importante, ils sont issus des émissions des transports (surtout automobile) et des sources biotiques (forêts). Rhône-Alpes est la région la plus émettrice de COV non méthanique. Ce sont les sources biotiques qui expliquent 51 % des émissions, l'industrie représentant 20 %, les transports 16 % [Cf. «*Les COV*»]<sup>7</sup>.

**Les polluants organiques persistants (POP)** : Dénommés ainsi du fait de leur persistance dans l'environnement et de leur propriété d'accumulation dans les tissus vivants, ils regroupent les dioxines et furannes, les HAP mais aussi le trichloroéthylène, et des gaz à effet de serre. Les HAP sont liés à certains phénomènes de combustion. La région Rhône-Alpes se place en première position des régions

émettrices de HAP avec principalement 76 % émis par le secteur résidentiel-tertiaire, 13 % par les transports et 7 % par les sources biotiques. Elle passe en troisième position concernant les émissions de dioxines et de furannes (94 % par l'industrie, 5 % par le résidentiel-tertiaire)<sup>7</sup>.

#### **Les métaux lourds**

**L'arsenic (As)** provient de traces dans les combustibles minéraux solides, dans le fioul lourd et dans certaines matières premières utilisées notamment dans des procédés comme la production de verre, de métaux non ferreux ou la métallurgie des ferreux. Par son industrie (83 % des émissions), la région se place en deuxième position des régions les plus émettrices en France, juste après l'Auvergne<sup>7</sup>.

**Le cadmium (Cd)** est émis par l'incinération de déchets, la combustion à partir des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et des sources biotiques. Rhône-Alpes se place en deuxième position des régions les plus émettrices en France (98 % des émissions due à l'industrie), après Nord-Pas-de-Calais<sup>7</sup>.

**Le cuivre (Cu)** provient de l'usure des caténaires induit par le trafic ferroviaire, des procédés de la métallurgie des métaux ferreux et non-ferreux, du traitement des déchets et de la combustion. Avec 62 % des émissions issues des transports (41 % transport routier, 21 % autres transports), la région Rhône-Alpes se place en première position des régions françaises les plus émettrices<sup>7</sup>.

**Le mercure (Hg)** est émis par la combustion du charbon, du pétrole, la production de chlore, l'incinération de déchets ménagers, hospitaliers et industriels. Rhône-Alpes se place en quatrième position des régions les plus émettrices (97 % issu de l'industrie)<sup>7</sup>.

**Le plomb (Pb)**, était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée au 1<sup>er</sup> janvier 2000. Les autres sources sont issues de la fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres (cristal), etc. Rhône-Alpes se place en deuxième position des régions françaises les plus émettrices avec 83 % issu de l'industrie et 9 % du secteur résidentiel-tertiaire<sup>7</sup>. La valeur limite et les objectifs de qualité sont respectés dans la région<sup>8,12</sup> [Cf. «*Le Plomb*»].

### Des réactions dans l'atmosphère

Dans l'atmosphère, les polluants sont dépendants des conditions rencontrées. Ils peuvent être dispersés, mélangés et recombinaés parfois selon des schémas complexes.

Les polluants directement émis dans l'atmosphère sont appelés les « polluants primaires » ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, COV, PS, métaux, *etc.*). Ils peuvent demeurer dans l'atmosphère sur une période dépendant de leurs demi-vies (5 jours pour le  $\text{SO}_2$ , 1,5 jours pour les  $\text{NO}_x$ , jusqu'à 2 mois pour le CO, les COV) ou évoluer chimiquement dans l'air pour former des « polluants secondaires » (acide sulfurique, acide nitrique, ozone, *etc.*) qui sont à l'origine de la pollution photochimique et des pluies acides. La pollution photochimique désigne la réaction chimique qui produit un mélange complexe de polluants formés dans l'air sous l'effet du rayonnement solaire à partir des composés (primaires) émis par des sources naturelles et par les activités humaines ( $\text{NO}_x$ , COV, CO principalement). Le principal traceur photochimique est l'ozone troposphérique ( $\text{O}_3$ )\* qui est un gaz agressif pour la santé. La quantité d'ozone formée dépend de l'abondance d'autres réactifs dans l'air et notamment du rapport COV/ $\text{NO}_x$ . De manière simplifiée, on peut dire que l'ozone se forme à partir du  $\text{NO}_2$  sous l'effet du rayonnement ultraviolet, et qu'il est détruit par le NO. Dans les zones urbaines, le NO, lui-même polluant primaire instable, est présent habituellement en forte quantité (par le trafic automobile) et il contribue à la consommation d' $\text{O}_3$ . Par contre, dans les zones périurbaines ou rurales, les concentrations en NO étant plus faibles que dans le cœur des villes, l'ozone a tendance à s'accumuler. Cette pollution photochimique est un phénomène caractéristique des situations estivales anticycloniques : elle s'observe surtout en été dans les régions périurbaines et rurales sous le vent des agglomérations.

Les conditions météorologiques jouent donc un rôle dans la pollution de l'air, favorisant ou non la dispersion (dilution) des polluants ou les réactions chimiques. D'une manière générale, des conditions anticycloniques avec un ciel clair, un vent faible, un fort ensoleillement favorisent l'accumulation de polluants ; des conditions dépressionnaires avec une bonne circulation des masses d'air (vent) favorisent leur dispersion<sup>9</sup>. Dans certaines situations

particulières (phénomène d'inversion de température\*) la dispersion est empêchée, provoquant des concentrations parfois élevées.

### Bilan sur la situation rhônalpine

En Rhône-Alpes comme ailleurs en France, les problèmes de pollution atmosphérique ont évolué ces trente dernières années en raison d'une part, de la baisse des émissions des sources fixes (chauffage et activités industrielles) et d'autre part, de la hausse du trafic automobile associée à une baisse importante des émissions unitaires des véhicules et à la "diésélisation" du parc automobile. On a ainsi observé la diminution globale des concentrations en  $\text{SO}_2$ , en Pb et en CO contre une augmentation des  $\text{NO}_x$ , PS et COV.

En résumé, la région Rhône-Alpes occupe la première place des régions les plus émettrices des volumes atmosphériques de COV, HAP, Cu et de certains gaz à effets de serre [Cf. « *L'activité industrielle* »]. Elle est à la deuxième place pour les émissions de PS,  $\text{NO}_x$ , Pb, Cd et As, à la troisième place pour le  $\text{CO}_2$ , les dioxines et les furannes, à la quatrième place pour le Hg, à la cinquième place pour le CO, le nickel et le zinc et à la sixième place pour le  $\text{SO}_2$ <sup>7</sup>.

Au final, on peut dire que globalement l'air de la région Rhône-Alpes est<sup>7,10,11</sup> :

- de bonne qualité pour le  $\text{SO}_2$ , le CO et le plomb. Les valeurs limites et les objectifs de qualité sont respectés ;
- de mauvaise qualité pour les  $\text{NO}_x$  et les  $\text{PM}_{2,5}$ . Les valeurs limites et objectifs de qualité sont dépassés ou susceptibles de l'être à proximité des axes très fréquentés de circulation ;
- de mauvaise qualité pour l' $\text{O}_3$ . Les valeurs cibles pour la santé humaine et les objectifs de qualité pour la végétation sont dépassés dans la majorité des sites y compris les sites ruraux ;
- dans une situation critique avec dépassement des objectifs de qualité pour certains COV (benzène) et un risque important de dépassement de la future valeur cible européenne pour les HAP.

## Exposition et effets sur la santé

Chaque être humain respire en moyenne 15 m<sup>3</sup> d'air par jour et s'expose donc à la pollution de l'air par ses voies aériennes<sup>6,9,12</sup>. Les populations les plus exposées sont celles des grandes agglomérations urbaines et celles vivant à proximité de grands centres industriels émetteurs, ce qui concerne donc la moitié des rhônalpins. L'exposition individuelle est difficile à évaluer. On a coutume de différencier des niveaux d'exposition «de fond», de niveaux d'exposition «de proximité» (rencontrés à proximité immédiate des sources de pollution : grands boulevards, industries, *etc.*). On peut ainsi citer à titre d'exemples, par ordre décroissant des niveaux d'exposition, le chauffeur confiné dans son véhicule dans les embouteillages, le cycliste qui se faufile entre les véhicules et enfin le joggeur faisant du sport dans un parc urbain<sup>9</sup>. L'exposition diffère selon les individus, notamment selon leurs évolutions dans l'espace et l'intensité de leurs activités physiques. Elle peut également être aiguë ou chronique, selon qu'elle survient sur un mode accidentel à doses importantes ou sur un mode continu à faibles doses. Les effets de ces expositions se manifestent sur le court ou le long terme. Ils peuvent aller de l'inconfort au décès par détresse respiratoire ou cardiovasculaire<sup>16</sup>. Des épisodes majeurs de pollution sont survenus par le passé. En 1952, à Londres, 4 000 décès en 15 jours ont été attribués à un pic accidentel de SO<sub>2</sub><sup>13</sup>. Ces phénomènes aigus sont rares de nos jours. Les risques sanitaires proviennent plutôt d'expositions à des niveaux plus modérés mais qui peuvent être répétées et de longue durée. A ce jour, aucune étude épidémiologique n'est parvenue à déterminer, à l'échelle de la population, un seuil de concentration en deçà duquel les polluants atmosphériques seraient sans effet sur la santé. C'est pour cela que la relation entre l'exposition à la pollution atmosphérique et le risque sanitaire est dite « sans seuil ». Cela n'exclut pas l'existence de niveaux de sensibilité individuelle chez des personnes fragiles (enfants, insuffisants respiratoires, asthmatiques, personnes âgées, *etc.*) avec des réactions à court terme allant le plus souvent du simple signe clinique à la survenue de maladies graves conduisant à l'hospitalisation ou au décès. A long terme, l'exposition chronique à la pollution

atmosphérique particulière, par exemple, est associée à une augmentation de risque de décès par cancer du poumon. La pollution de l'air joue donc un rôle, à court terme, sur l'aggravation de pathologies respiratoires et, à long terme, sur le développement de maladies chroniques et sur la cancérogénèse<sup>6,9</sup>.

### Une toxicité spécifique

Une fois inhalés, les polluants pénètrent dans les poumons où ils peuvent exercer directement leur toxicité ou transiter vers d'autres organes (système nerveux, rein, foie, moelle osseuse ou ganglions) à partir des alvéoles *via* la circulation sanguine. Les effets sont généralement d'autant plus graves que les polluants pénètrent profondément. De l'ordre de 20 à 30 % des polluants inhalés s'accumulent ainsi dans les organes. C'est le cas du plomb, des HAP et des dioxines<sup>3,9</sup>. Globalement, l'impact sanitaire se manifeste par des effets sur l'appareil respiratoire et sur l'appareil cardiovasculaire, par accroissement de la morbidité et de la mortalité. Même si les polluants sont nombreux et inhalés sous la forme de mélange, leur toxicité reste toutefois assez spécifique et dépendante de leurs propriétés physico-chimiques, de leur temps de rétention, des mécanismes d'élimination, de la présence concomitante de facteurs aggravants (tabagisme), *etc.*<sup>9,12</sup>. On peut ainsi leur attribuer une nocivité propre.

**Les particules (PS)** ont une toxicité dépendant de leur taille, qui détermine leur capacité à pénétrer plus ou moins loin dans l'arbre bronchique. Celles de taille importante sont généralement expulsées des voies respiratoires pour être mouchées ou dégluties (la voie d'entrée devenant alors la voie digestive). Les PS fines (de diamètre inférieur à 2,5 µm aussi appelées PM<sub>2,5</sub>) peuvent parvenir jusqu'aux alvéoles pulmonaires voire transiter dans la circulation sanguine. On les retrouve à des quantités trois fois supérieures chez les enfants et jusqu'à huit fois supérieures chez les nouveaux-nés du fait de leur arbre respiratoire moins ramifié que chez l'adulte<sup>9</sup>. Elles ont une double action liée à leurs propriétés intrinsèques et aux polluants qu'elles transportent (métaux, HAP, *etc.*). Elles ont des propriétés irritantes, altèrent la fonction respiratoire, créent de

l'œdème, diminuent l'efficacité des mécanismes de défense contre l'infection et peuvent entraîner des troubles cardiovasculaires. Des propriétés mutagènes et cancérigènes ont été démontrées expérimentalement. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) classe ainsi les émissions diesel (gaz et particules) en cancérigènes probables chez l'homme, (groupe 2A). Les PS constituent un indicateur majeur du risque sanitaire de la pollution atmosphérique.

**Le dioxyde de soufre ( $SO_2$ )** est un gaz irritant pour les bronches, très soluble (donc peu susceptible d'atteindre les voies respiratoires profondes), qui altère la fonction respiratoire. Aggloméré aux PS, il est capable d'atteindre les bronchioles et alvéoles profonds provoquant, à concentration élevée, une inflammation avec spasmes bronchiques. Les asthmatiques y sont particulièrement sensibles. Il augmente aussi les symptômes respiratoires aigus (toux et gêne respiratoire) chez l'adulte et altère la fonction respiratoire chez l'enfant (diminution de la capacité respiratoire, toux). Il peut-être à l'origine de troubles cardiovasculaires.

**Les oxydes d'azote ( $NO_x$ )** sont des gaz peu solubles, à propriétés irritantes, qui pénètrent profondément dans les voies respiratoires. Ils induisent des affections respiratoires, ont des effets sur le système immunitaire et, chez les asthmatiques, ils provoquent une hyperréactivité bronchique avec augmentation de la fréquence et de la gravité des crises.

**Le monoxyde de carbone ( $CO$ )** est un gaz incolore, inodore qui à faible dose provoque des troubles cardiaques, des nausées, des vertiges, des troubles de la vigilance et des maux de tête. A forte dose, on observe des altérations de la conscience pouvant aller jusqu'au coma. Des teneurs problématiques ne s'observent pas en plein air mais les tunnels, les parkings souterrains mal ventilés et l'habitat sont à surveiller [Cf. « *L'habitat et l'air intérieur* »].

**Les composés organiques volatils ( $COV$ )** sont un ensemble de polluants aux propriétés diverses [Cf. « *Les COV* »]. Ils peuvent provoquer des irritations cutanées, oculaires et respiratoires, des maux de tête, des troubles cardiaques, digestifs, rénaux, hépatiques et du système nerveux central comme des troubles de

la vision, de la parole, des problèmes de concentration ou de mémoire<sup>14</sup>. Le benzène, qui est un COV particulier, est reconnu comme cancérigène certain pour l'homme, ainsi que le formaldéhyde. Le toluène aurait des effets reprotoxiques.

**Les polluants organiques persistants (POP)** produisent des effets néfastes du fait de leur persistance dans l'environnement comme dans l'organisme. Ils ont des propriétés irritantes, pouvant causer des inflammations respiratoires chroniques<sup>9</sup>. Les dioxines par exemple seraient responsables d'affections cutanées, de tératogénicité (malformations) et cancérogénicité.

**L'ozone ( $O_3$ )** est un gaz très irritant (yeux, gorge, bronches). Peu soluble, il pénètre dans les poumons et est responsable d'inflammations de l'appareil respiratoire et d'altérations pulmonaires, particulièrement chez les enfants et les asthmatiques.

#### Les métaux lourds

A la différence des gaz, l'exposition chronique à des métaux par la voie de l'inhalation n'est pas très fréquente, excepté en milieu professionnel et dans certaines situations particulières. Dans le cadre du travail, des expositions au mercure inhalé ont permis de montrer des effets sur le système nerveux central, des altérations de la fonction rénale par le cadmium, etc. Mais en population générale, la part de l'imprégnation métallique de l'organisme imputable à la pollution de l'air reste difficile à estimer. L'exposition chronique serait principalement liée à l'ingestion d'eau et d'aliments, contaminés par des poussières de l'air, de sols [Cf. « *Les Sols* »]. On sait ainsi que l'ingestion de plomb, voie principale de contamination, entraîne des effets neurologiques et comportementaux [Cf. « *Le plomb* »].

#### **Des effets à court terme**

Objets de nombreux travaux épidémiologiques, les effets à court terme sont définis comme « des manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans des délais brefs (quelques jours ou semaines) suite aux variations journalières des niveaux ambiants de pollution atmosphérique »<sup>15</sup>. Les effets sur la mortalité toutes causes ou spécifique (respiratoire et cardiovasculaire) sont les plus

documentés. Ne seront ici cités que quelques exemples d'études. Concernant la mortalité, en premier lieu, le programme européen APHEA (*Air pollution and health: a european approach*) mené dans une quinzaine de villes européennes (dont Lyon) a montré que lorsqu'on considère un jour de décalage entre le niveau de pollution et la survenue de décès, on observe un excès de risque de mortalité quotidienne de l'ordre de 2 % pour une augmentation de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$ , de 1,3 % pour les fumées noires\* et de 2,2 % pour les  $\text{PM}_{10}$ <sup>6,14</sup>. La mortalité respiratoire augmente respectivement de 4 %, 5 % et 2 % pour des élévations de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  de fumées noires,  $\text{SO}_2$  et  $\text{O}_3$ . Pour la mortalité cardiovasculaire, le risque croît respectivement de 2 %, 4 % et 2 %. Ces résultats ont été confirmés en 2002 par l'étude multicentrique réalisée par l'Institut de veille sanitaire dans 9 villes françaises, dont Lyon (PSAS-9)<sup>16</sup>. Globalement, l'excès de risque de mortalité variait de 3 à 4 % pour une augmentation de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  des indicateurs de pollution. Plus récemment, l'étude APHEIS (*Air pollution and health: a european information system*), consistant en une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans 26 villes européennes (dont Lyon) a montré qu'une diminution de l'exposition à court terme des  $\text{PM}_{10}$  à  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  préviendrait, sur l'ensemble de ces 26 villes, 2 580 décès prématurés par an (1 741 d'origine cardiovasculaire et 429 d'origine respiratoire)<sup>17</sup>. A Lyon, l'étude PSAS-9 montre que 221 décès anticipés par an seraient attribuables à l'ensemble des jours pour lesquels le niveau de pollution en  $\text{NO}_2$  dépasse  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En termes de morbidité, ce sont les hospitalisations pour causes respiratoires et cardiovasculaires qui ont été le plus étudiées. Des relations significatives ont été établies entre les variations quotidiennes de niveaux de pollution et la fréquence et gravité des symptômes respiratoires ressentis, l'asthme, la fonction respiratoire, la consommation de médicaments antihistaminiques et sur les visites en médecine ambulatoire<sup>6,14,19</sup>. L'étude APHEA a montré que des augmentations des admissions hospitalières pour causes respiratoires étaient associées à une augmentation des niveaux de fumées noires, de  $\text{SO}_2$  et  $\text{O}_3$ . L'étude ERPURS (*Évaluation des risques de pollution urbaine sur la santé*) menée en Île-de-France par l'Observatoire régional de la santé a montré que

l'augmentation des niveaux de pollution urbaine, d'un niveau faible à un niveau médian, entraînait des augmentations d'hospitalisations de 7,9 % pour asthme chez les moins de 15 ans et de 3,3 % pour maladies de l'appareil circulatoire en lien avec le  $\text{NO}_2$ , de 5,1 % pour maladies respiratoires chez les moins de 15 ans en lien avec les particules fines, de 1,9 % pour broncho-pneumopathies chroniques obstructives en lien avec l' $\text{O}_3$ <sup>18</sup>. Les études ERPURS et PSAS-9 précisent que l'effet de la pollution atmosphérique à court terme est plus important que celui à très court terme : l'effet sanitaire d'une augmentation des niveaux de pollution atmosphérique se poursuit plus de trois jours après l'exposition<sup>16,19</sup>.

### Des effets à long terme

Les effets à long terme sont définis comme « des affections ou pathologies survenant après une exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique »<sup>15</sup>. Les études épidémiologiques visant à étudier ces effets différés sont difficiles à mettre en oeuvre car elles nécessitent le suivi de larges populations sur de longues périodes<sup>6,20</sup>. Et le rôle du tabac peut être si important qu'il masque la relation entre les effets sanitaires et la pollution atmosphérique. La littérature scientifique est donc moins abondante. Les résultats s'accordent cependant sur des associations entre les niveaux de pollution et la mortalité toutes causes et la mortalité par cancer du poumon. L'association la plus forte avec le risque de mortalité concernerait les  $\text{PM}_{2,5}$ <sup>6</sup>. L'étude APHEIS a estimé à 11 375 le nombre de décès prématurés (8 053 d'origine cardiopulmonaire et 296 par cancer du poumon) qui pourraient être prévenus chaque année si l'exposition à long terme au  $\text{PM}_{2,5}$  était ramenée à  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans l'ensemble des vingt-six villes de l'étude<sup>17</sup>. Plus récemment, l'étude Génotox'ER (évaluation de risque basée sur les études de cohorte américaines) conduite dans quatre agglomérations françaises, a estimé le nombre de décès moyens annuels par cancer du poumon attribuable aux  $\text{PM}_{2,5}$  à 16 à Grenoble, 25 à Strasbourg, 48 à Rouen et 404 en Île-de-France<sup>21</sup>. Concernant la morbidité, des expositions de longue durée seraient associées au développement d'affections respiratoires chroniques, la survenue de symptômes chez l'enfant et l'adulte, et à la diminution de la fonction respiratoire<sup>20</sup>.

## Aspects réglementaires

### Niveau européen

- Directive cadre du 27 septembre 1996 qui fixe un cadre général pour le contrôle de la qualité de l'air et pour la fixation d'objectifs locaux et régionaux.

Elle prévoit des plans de qualité de l'air et fixe la liste des substances dont le niveau dans l'air ambiant doit être surveillé pour la protection de la santé humaine. Elle prévoit des valeurs limites à ne pas dépasser, des valeurs guides à atteindre et des seuils au delà desquels une information immédiate au public est nécessaire.

- Directives filles de 1999 pour une série de polluants définissant des valeurs en concentration à ne pas dépasser : directive du 22 avril 1999 pour le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les PS, le Pb, directive du 16 novembre 2000 pour le CO, le benzène, celle du 12 février 2002 pour l'O<sub>3</sub>, et celle du 15 décembre 2004 pour les HAP et les métaux (As, le Cd, le Hg et le Ni).
- Directive du 23 octobre 2001 pour l'instauration de plafonds nationaux d'émissions pour le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les COV et le NH<sub>3</sub>.

Actuellement en France, les directives européennes sont satisfaites en règle générale pour le SO<sub>2</sub> et les PS. La situation est par contre encore tangente voire mauvaise pour les NO<sub>x</sub> et O<sub>3</sub>.

### Niveau national

- Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure).

Intégrée dans le Code de l'environnement, la LAURE a rénové le cadre réglementaire national et instauré une nouvelle dynamique dans la gestion de la qualité de l'air. Elle a en particulier placé la préservation de la santé au cœur de ses dispositions, mettant en avant "le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé". Cette loi impose des objectifs et des obligations en matière de surveillance et d'information. La France est ainsi tenue de mesurer des polluants sur l'ensemble de son territoire et d'informer la population en cas de dépassement des seuils d'alerte fixés. Elle prévoit aussi la mise en œuvre d'outils de planification tels que les plans de protection de l'atmosphère (PPA), les plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) et les plans de déplacements urbains (PDU).

## Gestion des risques

### La surveillance de la qualité de l'air

Les polluants sont trop nombreux pour être tous analysés. Seuls quelques polluants choisis comme « indicateurs » font l'objet d'une surveillance et sont ainsi les témoins de la qualité de l'air. En 2003, en France, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par un réseau de 40 associations agréées. Leur périmètre de compétence peut couvrir selon les cas, une ou plusieurs agglomérations, un département ou une région. La surveillance repose sur plus de 2 000 analyseurs, répartis sur 750 sites de mesure implantés en majeure partie dans des zones urbaines ou industrielles. Pour les sources mobiles, la surveillance repose sur un contrôle du CO, des NO<sub>x</sub>, des hydrocarbures et des PS<sup>6</sup>. Pour les sources fixes, des polluants complémentaires sont recherchés : SO<sub>2</sub>, métaux lourds, HCl, NH<sub>3</sub> et dioxines<sup>6</sup>.

En Rhône-Alpes, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par six associations agréées (*Air-APS* pour l'Ain et les Pays de Savoie, *Ampasel* pour la Loire, *Ascoparg* pour le sud-Isère, *Asquadra* pour l'Ardèche et la Drôme, *Coparly* pour le Rhône et la Côte d'Azur de l'Ain, *Sup'Air* pour le nord-Isère ; ces associations agissant ensemble au sein d'un groupement). Fin 2003, les données étaient issues de 70 stations fixes de mesure de polluants (soit 270 paramètres suivis en continu), et 65 préleveurs et analyseurs en stations mobiles (véhicules et remorques déplaçables). En complément, des campagnes de mesure spécifiques peuvent être menées (exemple de la campagne à l'ozone durant la période estivale 2002). Ce dispositif est complété, pour des émissions industrielles particulières, par différents réseaux de surveillance de retombées des particules et d'un

réseau de surveillance du fluor dans la vallée de la Maurienne<sup>12,13</sup>.

### L'information

Les associations de surveillance informent le public sur la qualité de l'air à travers un indice *Atmo* calculé dans les grandes agglomérations à partir des mesures quotidiennes de pollution ambiante en SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, et O<sub>3</sub>. Actuellement cet indice est mesuré dans 140 agglomérations. Basé sur une échelle de valeurs allant de 1 (bonne qualité) à 10 (qualité très mauvaise), l'indice permet d'informer le public sur la qualité de l'air. Des mesures de prévention sont mises en œuvre en cas de dépassement de seuils : seuil d'information\* pour les personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques, *etc.*), seuil d'alerte\* pour l'ensemble de la population. Les seuils sont fixés au niveau européen, et aussi d'après les recommandations de l'OMS sur les concentrations en polluants à ne pas dépasser, puis ils sont transcrits en droit français. Ces recommandations, plus sévères que les normes connues en hygiène du travail, tiennent compte de la présence de sujets sensibles, des durées d'expositions et des synergies entre polluants<sup>9</sup>

### La prévention

Lorsque le seuil d'alerte est atteint ou risque de l'être, les autorités préfectorales prennent des mesures propres à limiter l'ampleur et les effets des pointes de pollution sur la population. Ces mesures comportent un dispositif de restriction ou de suspension des activités concourant à la pollution comprenant, le cas échéant, la circulation des véhicules et les émissions des principales sources (industries). Les activités sportives d'extérieur sont déconseillées, notamment chez les enfants. L'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France du 18 avril 2000 a établi une liste des conduites à tenir en cas d'épisode de pollution atmosphérique.

Pour l'agglomération lyonnaise, les mesures sont :

- La diffusion de messages recommandant la réduction de la vitesse avant que les seuils d'alerte "dioxyde d'azote" ou "ozone" ne soient atteints ;
- Lorsque les seuils d'alerte sont atteints ou susceptibles de l'être, les mesures sont :
  - \* La limitation de vitesse (70 km/h) sur les pénétrantes autoroutières et le boulevard périphérique ;

- \* L'interdiction du transit des poids lourds de PTAC > 7,5 tonnes sur le réseau A6/A7 et déviation par l'itinéraire A46 ;
- \* La mise en œuvre de la circulation alternée sur les communes de Lyon et Villeurbanne ;
- \* Le renforcement des contrôles de vitesse et de fumées des véhicules.

De plus, il existe dans la région un projet d'arrêté inter-départemental d'alerte à la pollution de l'air qui conduit à homogénéiser la mise en place des pratiques de prévention en Rhône-Alpes.

### La communication

De nombreux acteurs se sentant concernés par la problématique de la qualité de l'air (élus, associations, organismes de recherche, *etc.*), ce sont de très nombreuses actions, plaquettes d'information et dépliants qui sont édités régulièrement pour le grand public. Les thèmes récemment abordés prônent par exemple les modes de déplacements alternatifs et leurs bienfaits par des plaquettes sur les avantages de la circulation à pied ou à vélo. Au niveau régional, différentes actions sont menées. Par exemple, la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales de l'Isère et la Direction régionale (Ddass38-Drass) pilotent actuellement la mise en place d'un CD-Rom à destination des élus et des professionnels au contact des personnes sensibles à la qualité de l'air (médecins généralistes, directeurs d'établissements scolaires, *etc.*). Le Conseil général de l'Isère a récemment réalisé un poster « Dans les Alpes sans ma voiture ». A Grenoble, l'Association pour le développement des transports en commun (ADTC) organise des journées pour promouvoir l'usage du vélo ou de la marche à pieds. A Lyon, le succès rencontré par la mise en place de stations de location de vélos dans la ville (Vélo'v) contribue à une moindre utilisation de la voiture pour les trajets courts.

### Actions de maîtrise des risques

Le système basé sur la surveillance, l'information, la prévention et la communication dans le domaine de la qualité de l'air reflète un dispositif opérationnel en France. Mais dans la lutte contre les pollutions atmosphériques, les mesures techniques et réglementaires ne sauraient suffire<sup>22</sup>. Sous l'angle de la santé publique, les politiques de

gestion des risques doivent aller plus loin que des actions ponctuelles, dispersées ou limitées aux seuls évitements des pics de pollution. Il est désormais bien établi, compte tenu du grand nombre de personnes vivant en milieu urbain, qu'une amélioration de la qualité de l'air au delà du respect des valeurs limites réglementaires permettraient des gains sanitaires très importants.

Les mesures à entreprendre doivent être envisagées à travers une approche globale qui vise à diminuer les niveaux quotidiens de pollution<sup>20,23</sup>.

Des mesures simples permettront d'atteindre ces niveaux :

- Pour les industriels

- \* La filtration des fumées ;
- \* L'utilisation de combustibles moins polluants ;
- \* La promotion de technologies « propres ».

- Pour les transports

- \* La limitation de l'usage de la voiture et le développement des transports en commun répondant aux attentes du public et accessibles au plus grand nombre ;
- \* La standardisation des filtres à particules ;
- \* La mise en place de politique de ferroutage et la tarification du transport routier à son vrai coût ;
- \* L'augmentation du nombre de pistes cyclables dans les villes et plus largement l'augmentation de la place accordée aux transports collectifs ou non polluants (partage de l'espace).

- Pour les particuliers

- \* La vérification régulière du bon fonctionnement des chauffages ;
- \* Le choix de véhicules moins polluants associé à des contrôles techniques réguliers ;
- \* L'incitation aux modes de déplacements non (vélo, marche) ou moins (transports en commun) polluants ;
- \* L'évitement du tabac.

# Indicateurs & annexes

## 1. La pollution de l'air en tant que phénomène complexe



Source : réseau Atmo. Disponible sur <<http://www.atmo-rhonealpes.org/>>

**2. Sources d'émissions des principaux polluants atmosphériques et de leurs impacts sur la santé**

Polluants	Origine en France	Effets sur la santé
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	≈ 80% industrie (installations de combustion, soufre du combustible) ≈ 10% résidentiel-tertiaire (chauffage urbain)	Gaz irritant. Il altère la fonction pulmonaire chez les enfants, exacerbe des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire) et est associé à des troubles cardiovasculaires. Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles. Les effets sont souvent associés aux PS.
Oxyde d'azote (NO, NO <sub>2</sub> )	≈ 50% transport routier ≈ 25% industrie (installations de combustion) ≈ 5% résidentiel-tertiaire (chauffage urbain)	Gaz irritants, les NO <sub>x</sub> provoquent une hyperréactivité bronchique chez les personnes asthmatiques, un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant et des affections respiratoires et des effets sur le système immunitaire chez l'adulte.
Particules en suspension (PS)  comprenant les particules fines PM <sub>10</sub> , elles-mêmes comprenant les particules extra-fines PM <sub>2,5</sub>	≈ 10% transport routier (véhicules diesel) Industrie (combustion) Incinération des déchets	Elles sont responsables d'altération de la fonction respiratoire dans son ensemble et d'irritations des voies respiratoires inférieures chez l'enfant. Des troubles cardiovasculaires sont observés en association avec le SO <sub>2</sub> et des hypothèses sur les propriétés mutagènes et cancérigènes sont soulevées (particules diesel). Elles servent souvent de support au transport d'autres polluants qui ajoutent leurs effets.
Composés organiques persistants (POP) dont les HAP dont les dioxines	Processus de combustion	Composés à propriétés irritantes, responsables d'inflammations respiratoires chroniques et propriétés cancérigènes. Les dioxines sont responsables d'affections cutanées à forte dose, de tératogénicité (malformations) et cancérogénicité suspectées.
Composés organiques volatils (COV)  dont le benzène	Chimie, pétrochimie, procédés industriels,  Usage de solvants Transports routiers	Il sont responsables d'irritations cutanées, oculaires, respiratoires, de céphalées, de troubles cardiaques, digestifs, rénaux, hépatiques et d'effets sur le système nerveux central (fatigue, vertige, trouble de la vision, perte de connaissance). Le benzène et le formaldéhyde sont reconnus comme cancérigènes, le toluène reprotoxique.
Monoxyde de carbone (CO)	≈ 30% transport routier ≈ 30% industrie (installations de combustion) ≈ 30% résidentiel-tertiaire (chauffage urbain)	Il est responsable d'hypoxie, de céphalées, vertiges, asthénies, de troubles sensoriels ou cardiaques. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles (altération de la conscience, coma).
Ozone (O <sub>3</sub> )	Formé par réactions chimiques dans l'air entre les NO <sub>x</sub> , les COV et le CO sous l'effet du rayonnement solaire	Gaz responsable d'irritations oculaires et nasales et d'inflammations de l'appareil respiratoire : toux et altération de la fonction pulmonaire surtout chez les enfants et les personnes asthmatiques. Ses effets sont majorés par l'exercice physique.
Métaux	Industrie (sidérurgie, combustion) Incinération des déchets	Toxiques neurologiques, hématologiques et rénaux pour le plomb et le mercure (à des expositions très fortes, souvent professionnelles pour le mercure).

Source : Ademe, Citepa.

**3. Valeurs réglementaires des principaux polluants à respecter pour la protection de la santé humaine (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Polluants	Seuil d'alerte	Seuil d'information	Valeurs limites	Objectifs de qualité
<b>SO<sub>2</sub></b>	500 (moyenne sur 3h consécutives)	300 (moyenne horaire)	125 (moyenne journalière) 350 (moyenne horaire)	50 (moyenne annuelle)
Recommandations OMS	500 (moyenne sur 10 mn)	350 (moyenne horaire)	125 (moyenne journalière)	50 (moyenne annuelle)
<b>NO<sub>2</sub></b>	400 ou 200* (moyenne horaire)	200 (moyenne horaire)	30 (moyenne annuelle en NOx) 50 (moyenne annuelle) 250 (moyenne horaire)	40 (moyenne annuelle)
Recommandations OMS	-	200 (moyenne horaire)	40 (moyenne annuelle)	-
<b>Ozone</b>	3 valeurs pour la mise en place de mesures d'urgence : 360 (moyenne horaire) 300 (moyenne sur 3h consécutives) 240 (moyenne sur 3h consécutives)	180 (moyenne horaire)	-	110 (moyenne sur 8h)
Recommandations OMS	-	-	-	120 (moyenne sur 8h)
<b>PM<sub>10</sub></b>	125 ou 80* (moyenne sur 24h)	80 (moyenne sur 24h)	40 (moyenne annuelle) 50 (moyenne journalière)	30 (moyenne annuelle)
<b>CO</b>	-	-	10 000 (moyenne sur 8h)	-
Recommandations OMS	-	-	100 000 (moyenne sur 15mn) 60 000 (moyenne sur 30mn) 30 000 (moyenne horaire) 10 000 (moyenne sur 8h)	-
<b>Benzène</b>	-	-	10 (moyenne annuelle)	2 (moyenne annuelle)
Recommandations OMS	Risque pour une exposition à des teneurs moyennes de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur toute une vie (24h/24) d'induire un décès supplémentaire par cancer, leucémie, etc : $6.10^{-6}$ soit 6 cas pour 1 million			

\* Si la procédure d'information et de recommandation pour le NO<sub>2</sub> ou les PM<sub>10</sub> a été déclenchée la veille et le jour même, et que les prévisions font craindre un risque fort de dépassement du seuil respectivement de  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$  le lendemain.

Source : Coparly

Les définitions de seuil d'information, seuil d'alerte, valeurs limites et objectifs de qualité sont précisées dans le glossaire page 22.

A noter que pour les PM<sub>10</sub>, en Rhône-Alpes, les seuils d'information et d'alerte ne figurent pas dans les textes réglementaires. Ils sont fixés par des arrêtés inter-préfectoraux de juillet 2006.

#### 4. Part des rejets atmosphériques en Rhône-Alpes selon les secteurs émetteurs.

Polluants	Industrie		Résidentiel tertiaire		Agriculture et sylviculture		Transports		Autres		Rang
	RA	Fr	RA	Fr	RA	Fr	RA	Fr	RA	Fr	
COV	20,2	20,4	10,2	12,1	2,7	5,8	16,4	18,1	<b>50,6</b>	43,6	1 <sup>er</sup>
HAP	<b>3,6</b>	2,0	75,6	79,5	0,7	1,4	12,8	10,1	7,3	7,0	1 <sup>er</sup>
PM <sub>10</sub>	<b>37,8</b>	32,6	<b>22,6</b>	20,4	14,9	28,9	<b>19,0</b>	14,3	<b>5,7</b>	3,7	2 <sup>ème</sup>
PM <sub>2,5</sub>	19,0	20,1	<b>36,2</b>	34,4	10,0	19,6	<b>25,5</b>	19,7	<b>9,4</b>	6,2	2 <sup>ème</sup>
NO <sub>x</sub>	18,2	22,2	<b>8,3</b>	6,9	7,5	13,4	<b>65,8</b>	57,4	0,2	0,1	2 <sup>ème</sup>
Dioxines - Furannes	<b>94,0</b>	92,7	5,0	6,3	0,1	0,3	0,9	0,8	0,0	-	3 <sup>ème</sup>
CO	6,1	24,3	<b>28,7</b>	25,6	4,2	6,4	<b>60,3</b>	43,3	<b>0,7</b>	0,5	5 <sup>ème</sup>
SO <sub>2</sub>	69,8	81,5	<b>22,5</b>	11,0	1,2	1,7	6,5	5,8	0,1	0,0	6 <sup>ème</sup>

RA : Rhône-Alpes ; Fr : France. Le rang correspond au classement de Rhône-Alpes parmi les 22 régions françaises. Sont surlignées en gras, les proportions régionales quand elles sont supérieures aux proportions nationales.

Métaux	Industrie		Résidentiel tertiaire		Agriculture et sylviculture		Transports		Rang
	RA	Fr	RA	Fr	RA	Fr	RA	Fr	
Cu	<b>34,3</b>	17,3	3,7	5,6	0,0	0,1	62,0	77,0	1 <sup>er</sup>
Pb	<b>83,5</b>	79,9	9,0	10,1	0,0	0,1	7,4	10,0	2 <sup>ème</sup>
As	<b>83,2</b>	79,0	16,7	20,8	0,1	0,2	0,0	0,0	2 <sup>ème</sup>
Cd	<b>98,3</b>	95,5	1,7	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2 <sup>ème</sup>
Se	<b>90,0</b>	84,1	10,0	15,7	0,0	0,1	0,0	0,0	2 <sup>ème</sup>
Hg	<b>97,0</b>	96,7	2,9	3,0	0,1	0,3	0,0	0,0	4 <sup>ème</sup>
Ni	83,6	91,6	<b>16,3</b>	8,1	0,0	0,0	0,0	0,3	5 <sup>ème</sup>
Zn	88,6	89,7	<b>11,3</b>	10,2	0,0	0,1	0,0	0,0	5 <sup>ème</sup>

Source : Données extraites du rapport du Citepa «Émissions dans l'air en France, régions de la métropole». <sup>7</sup>  
Exploitation : ORS Rhône-Alpes.

La part des émissions industrielles régionales est souvent plus importante que les moyennes nationales, notamment concernant les métaux.

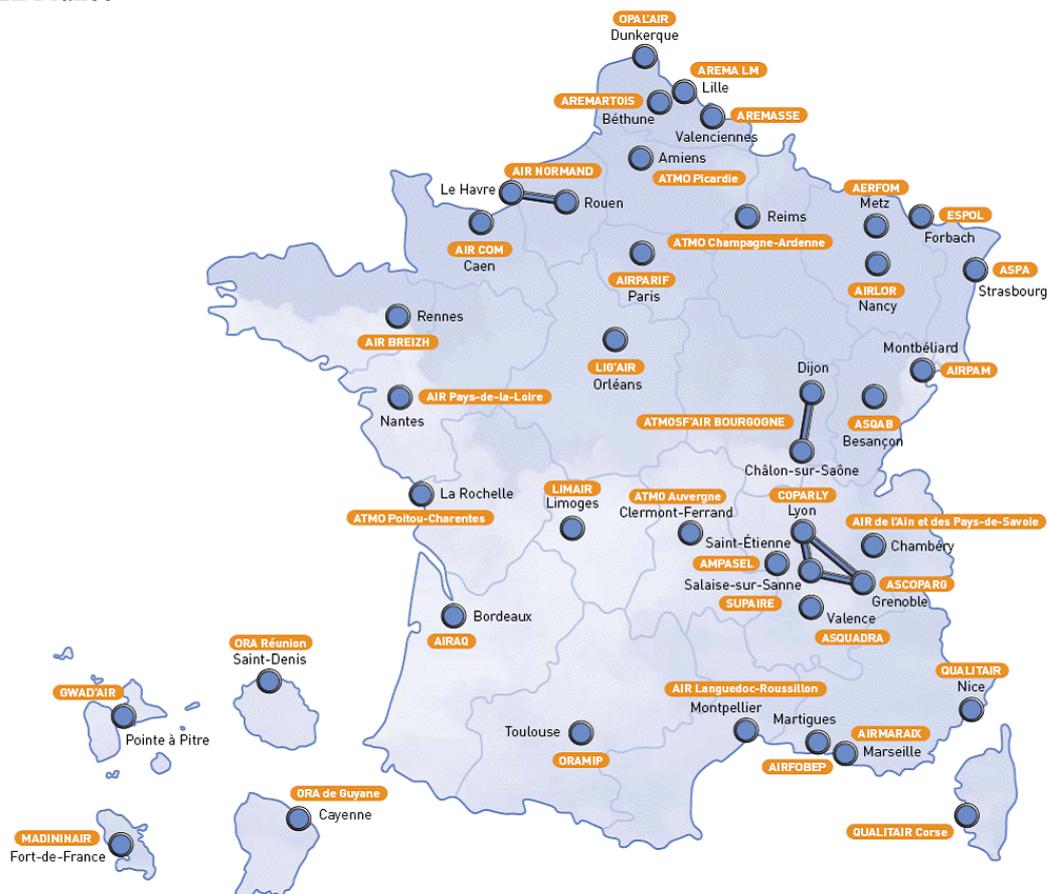
#### 5. Part des émissions régionales rapportées aux émissions nationales

	COV	HAP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	Dioxines Furannes	CO	SO <sub>2</sub>
Part de Rhône-Alpes (%)	10,4	8,3	7,4	7,6	8,8	9,3	7,1	6,3
	Cu	Pb	As	Cd	Se	Hg	Ni	Zn
Part de Rhône-Alpes (%)	11,9	8,8	9,9	21,0	12,7	7,5	6,3	7,1

Source : Données extraites du rapport du Citepa «Émissions dans l'air en France, régions de la métropole». <sup>11</sup>  
Exploitation : ORS Rhône-Alpes.

## 6. Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en 2003

En France



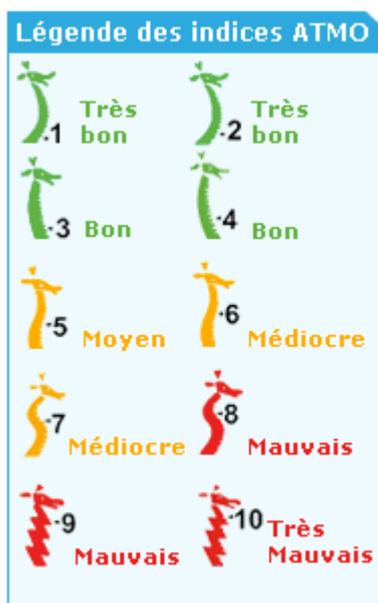
Source : La qualité de l'air dans les agglomérations françaises. Bilan 2004 de l'indice ATMO. <[http://www.buldair.org/Documents/bilan\\_atmo\\_2004.pdf](http://www.buldair.org/Documents/bilan_atmo_2004.pdf)>

En Rhône-Alpes



Source : Disponible sur <<http://www.atmo-rhonealpes.org/>>

## 7. Échelle de l'indice « Atmo »



Indices ATMO	Classes	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PS (µg/m <sup>3</sup> )
1	Très bon +	0 - 39	0 - 29	0 - 29	0 - 9
2	Très bon	40 - 79	30 - 54	30 - 54	10 - 19
3	Bon +	80 - 119	55 - 84	55 - 79	20 - 29
4	Bon	120 - 159	85 - 109	80 - 104	30 - 39
5	Moyen	160 - 199	110 - 134	105 - 129	40 - 49
6	Médiocre	200 - 249	135 - 164	130 - 149	50 - 64
7	Médiocre +	250 - 299	165 - 199	150 - 179	65 - 79
8	Mauvais	300 - 399	200 - 274	180 - 249	80 - 99
9	Mauvais +	400 - 599	275 - 399	250 - 359	100 - 124
10	Très mauvaise	> = 600	> = 400	> = 360	> = 125

## Calcul de l'indice « Atmo »

Pour chaque station automatique, la concentration la plus élevée de chaque polluant dans une journée est déterminée à raison d'une mesure par heure. La moyenne des concentrations maximales pour toutes les stations automatiques est alors calculée. La valeur obtenue pour chaque polluant est noté de 1 à 10 sur une échelle spécifique et donne un sous-indice. Le plus élevé de ces sous-indices donne l'indice ATMO de la journée.

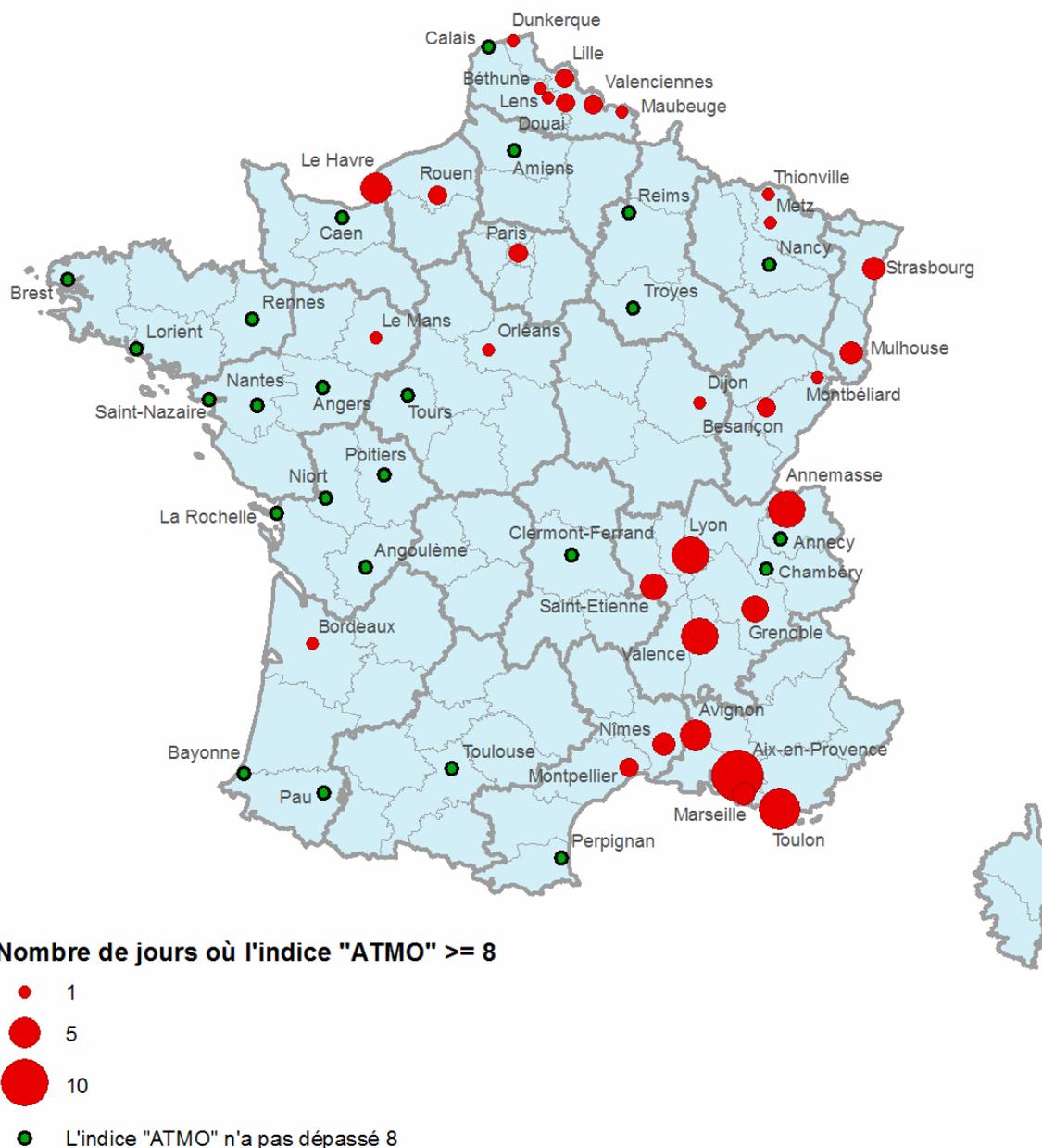
Source : AASQA (Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air)

## 8. L'indice « Atmo » en milieu urbain dans la région Rhône-Alpes en 2003

	Nombre de jours pendant lesquels l'indice « Atmo » a été calculé	Pourcentage de jours dans l'année pendant lesquels la qualité de l'air était :		
		Très bonne à bonne (1 à 4)	Moyenne (5)	Mauvaise (6 à 10)
Anecy	363	59	22	19
Annemasse	365	53	18	29
Chambéry	365	59	18	23
Grenoble	365	52	18	30
Lyon	365	57	20	23
Saint-Étienne	365	61	20	19
Valence	359	59	16	25

Source : Base de données Eider, Ifen<sup>24</sup>.

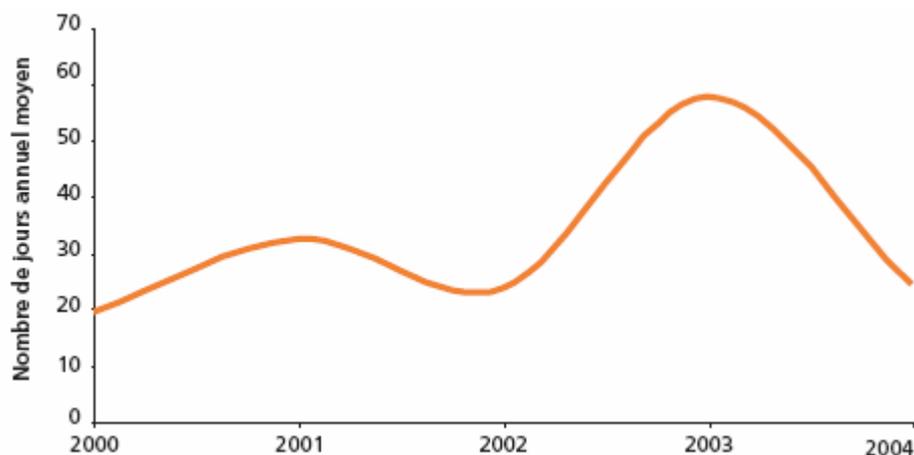
9. La qualité de l'air en France en 2002 selon l'indice « *Atmo* »



Source : Ifen, 2005. Disponible sur <<http://www.ifen.fr/>>. Exploitation : ORS Rhône-Alpes

Les indices *Atmo* élevés sont surtout observés au printemps et en été, notamment dans les agglomérations du sud-est de la France.

### 10. Nombre moyen de jours par agglomération avec un indice *Atmo* médiocre ou mauvais ( $\geq 6$ ) en France



Source : Ademe, AASQA

En 2004, les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants ont connu, en moyenne, 24 jours avec une qualité de l'air médiocre ou mauvaise. Dans 80 % des cas, le polluant responsable est l'ozone.

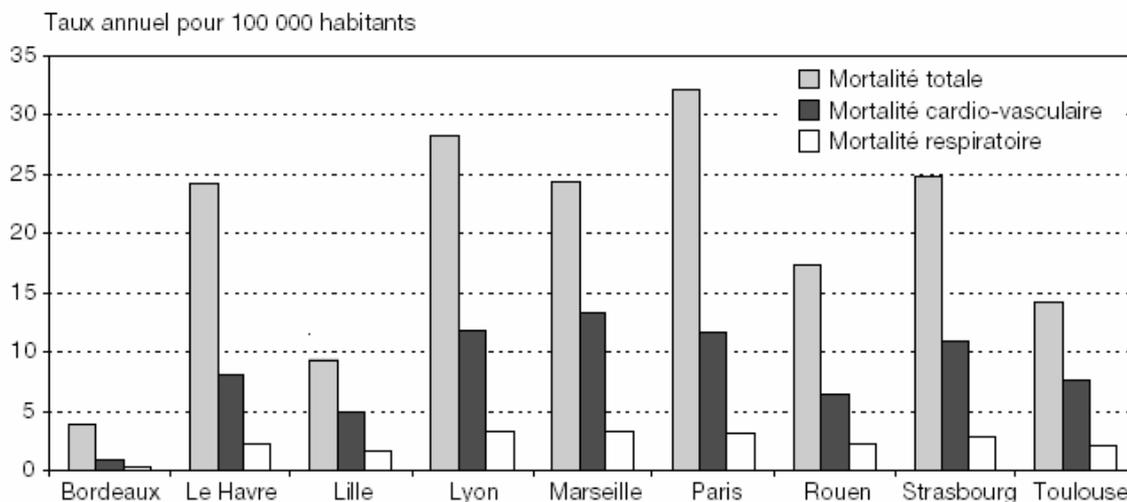
### 11. Dépassement des seuils de pollution au SO<sub>2</sub> et à l'O<sub>3</sub> en Rhône-Alpes

	Nombre de capteurs analysant		Nombre moyen de jours par capteur pendant lesquels il y a eu au moins 1 dépassement					
	SO <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		sur 8h consécutives du seuil de 120 µg/m <sup>3</sup> d'ozone		du seuil de 125 µg/m <sup>3</sup> de SO <sub>2</sub> de moyenne journalière	
	2001	2003	2001	2003	2001	2003	2001	2003
Rhône-Alpes	34	20	28	28	33	72	0	0
France métrop.	241	212	268	295	503	1030	2	2

Source : Base de données Eider, Ifen<sup>24</sup>.

## 12. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique.

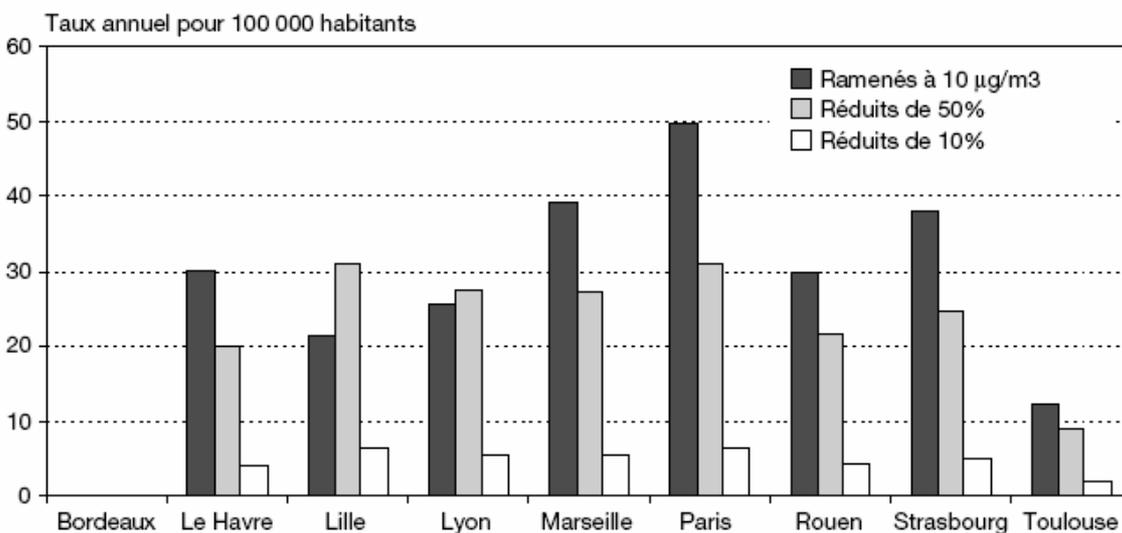
► Taux de décès anticipés (effet à court terme) potentiellement évitables par des niveaux d'indicateurs de pollution atmosphérique ramenés à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les 9 villes étudiées\*.



\* Les résultats de Bordeaux ne tiennent pas compte de la pollution photo-oydante dont les indicateurs n'étaient pas disponibles.

Source : Données extraites du rapport de l'InVS, PSAS-9<sup>16</sup>.

► Taux d'admissions hospitalières pour causes respiratoires (effet à court terme) potentiellement évitables, chez les moins de 15 ans, par des niveaux d'indicateurs de pollution atmosphérique ramenés à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ou réduits de 10 % ou 50 %\*.



\* Les données d'exposition, pour la période d'étude des admissions hospitalières, n'étaient pas disponibles pour Bordeaux.

Source : Données extraites du rapport de l'InVS, PSAS-9<sup>16</sup>.

► Nombre de décès annuels qui auraient pu être évités en cas de réduction de la pollution atmosphérique ramenés pour l'ensemble des 9 villes étudiées\* dans PSAS-9. Différents scénarios.

Niveaux de pollution	Mortalité totale	Mortalité cardiovasculaire	Mortalité respiratoire	Admissions respiratoires < 15 ans
↓ 10 µg/m <sup>3</sup>	2786 [1 891 - 3 643]	1097 [447 - 1 701]	316 [132 - 490]	748 [357 - 1 124]
- 50 %	1834 [1 291 - 2 385]	705 [282 - 1 139]	209 [81 - 341]	531 [244 - 825]
- 10 %	367 [258 - 477]	141 [56 - 228]	42 [16 - 68]	106 [49 - 165]

\* Les données n'étaient pas disponibles pour Bordeaux.

Source : Données extraites du rapport de l'InVS, PSAS-9<sup>16</sup>.

► Impact sanitaire à long terme des particules urbaines fines (PM<sub>2,5</sub>) en France, en 2002.

	Nombre de décès attribuables à l'exposition chronique aux PM <sub>2,5</sub> [intervalle de confiance à 95 %]	
Cancer du poumon	670 [89 - 1 257]	(6,4 %)*
Mortalité cardiorespiratoire	3 334 [1 150 - 5 374]	(4,9 %)*
Mortalité « totale »	6 453 [1 656 - 12 476]	(3,3 %)*

\* Pourcentage par rapport au nombre de décès de 1999

Source : Afssset

## Glossaire

Fumées noires : Particules carbonées.

Inversion de température : Le refroidissement de l'air quand on s'élève en altitude est dû au fait que l'atmosphère, transparente aux rayons solaires, est chauffée par le bas au contact du sol. Lorsque, dans certaines conditions, la surface terrestre devient plus froide que les masses d'air situées au-dessus d'elle, l'air le plus froid se trouve en bas (il n'est plus réchauffé au contact du sol) et, plus on s'élève, plus l'air devient chaud. Ceci conduit à une grande stabilité des masses d'air : le mélange des masses d'air par convection ne peut avoir lieu. Ce phénomène se produit souvent lors d'un refroidissement rapide du sol pendant la nuit ; il est renforcé en hiver dans les vallées, et peut alors durer plusieurs jours. Cette situation peut avoir des effets désastreux lorsqu'elle survient dans une ville polluée. Dans ce cas, les substances polluantes sont piégées dans les basses couches d'air et s'accumulent, car il n'y a pas de brassage vertical.

Objectif de qualité : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement. Il s'agit d'une valeur de confort (valeur guide ou valeur cible), ou d'un objectif de qualité de l'air à atteindre, si possible, dans une période donnée.

Ozone (troposphérique) : (à ne pas confondre avec l'ozone stratosphérique = « couche d'ozone »). L'atmosphère terrestre concernée par les problèmes de pollution atmosphérique s'étend jusqu'à 50 km d'altitude environ. Elle est classiquement divisée en 2 : la troposphère, du sol à 15 km environ et la stratosphère, entre 15 et 50 km environ. La concentration maximale d'ozone (constituant normal de l'air) se situe dans la stratosphère où elle forme la « couche d'ozone » qui protège la vie sur terre contre l'action des ultraviolets. C'est le « bon » ozone qui protège l'homme des cancers cutanés et autres mutations génétiques. Mais dans la troposphère, l'ozone formé à partir des polluants automobiles et industriels par réaction photochimique est néfaste pour la santé. C'est le « mauvais » ozone.

Seuil d'alerte : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de toute la population (ou un risque de dégradation de l'environnement) à partir duquel des mesures d'urgence et d'information du public doivent être prises.

Seuil d'information (et de recommandations) : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles, et à partir duquel des informations actualisées doivent être diffusées à la population.

Valeur limite : Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques et des possibilités technico-économiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

## Quelques ressources et acteurs

### NIVEAU NATIONAL

**Le Ministère de l'écologie et du développement durable**  
<http://www.ecologie.gouv.fr>

**Le Laboratoire central de la qualité de l'air**  
<http://www.lcsqa.org/indexflash.htm>

**Le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique**  
<http://www.citepa.org>

**L'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique**  
<http://www.appa.com>

**L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, son bulletin sur la qualité de l'air et sa banque de données sur la qualité de l'air**  
<http://www.ademe.fr>  
<http://www.buldair.org>  
<http://194.206.123.228:8080>

**L'Institut national de l'environnement industriel et des risques**  
<http://www.ineris.fr>

**L'étude épidémiologique européenne APHEIS**  
<http://www.apheis.net>

**Liste des conduites à tenir en cas d'épisode de pollution (Conseil supérieur d'hygiène publique de France)**

<http://www.sante.gouv.fr/adm/dagpb/bo/2000/00-21/a0211456.htm>

**L'institut de veille sanitaire**

<http://www.invs.sante.fr/>

**Le programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air dans 9 villes françaises (PSAS-9)**

<http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/>

**L'Agence française de sécurité sanitaire, de l'environnement et du travail**

<http://www.afsse.fr>

**NIVEAU REGIONAL**

**Les Directions départementales et régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes**

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

**La Cellule d'intervention régionale en épidémiologie**

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/liecirei.htm>

**La Direction régionale de l'environnement de Rhône-Alpes**

<http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr>

**La Fédération Atmo : les Associations agréées de surveillance et d'information de la qualité de l'air**

<http://www.atmo-rhonealpes.org>

**La Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement de Rhône-Alpes**

<http://www.rhone-alpes.drيره.gouv.fr>

**Le Comité régional Dauphiné-Savoie de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique**

<http://www.appa.asso.fr/french/regions/9.htm>

**Le Plan régional santé-environnement**

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/prsp/acrobat/prse.pdf>

**Le Secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles et des risques dans l'agglomération lyonnaise**

<http://www.lyon-spiral.org>

**Le Plan régional de la qualité de l'air Rhône-Alpes**

<http://www.rhone-alpes.drيره.gouv.fr/environnement/portailenvironnement/PRQA/prqa.htm>

**La Communauté urbaine de Lyon**

<http://www.grandlyon.com>

## Bibliographie

1. Bonnaud F., Girard B., Zmirou D. La pollution atmosphérique. Actualité et Dossier en santé publique. Mars 2001, n°34, 6-8.
2. Organisation mondiale de la santé (OMS). Pollution de l'air. 2000 (en cours de réactualisation), aide-mémoire n°187.
3. Ministère de la solidarité, de la santé et de la protection sociale, Ministère de l'écologie et du développement durable, Ministère de l'emploi du travail et de la cohésion sociale, Ministère délégué à la Recherche. Plan national santé environnement 2004-2008. Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement. Mssps, 2004, 88p. (synthèse 7p.).
4. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). La perception des situations à risque par les Français. Baromètre 2004. Disponible sur <<http://www.irsn.org/>> (consulté en oct. 2005).
5. Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Journal officiel de la République française, 1<sup>er</sup> janv. 1997.
6. Gérin M., Gosselin P., Cordier S. et al. Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Éditions Tec & Doc, Edisem, fév. 2003, 1023p.
7. Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa). Émissions dans l'air en France, régions de la métropole. Répartition sectorielle et régionale des émissions de certaines substances en 2000 en métropole. 2000 (mise à jour fév. 2005), 29p. Disponible sur <<http://www.citepa.org/>> (consulté en oct. 2005).
8. Laperrouse P. Panorama de la santé en Rhône-Alpes. Document préparatoire au Plan Régional de Santé Publique. DRASS, les Dossiers de la DRASS, janv. 2005, n°2005-06-D, 27p.
9. Zmirou D., Bard D., Dab W. et al. Quels risques pour notre santé ? Syros, 2000, 335p.
10. Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS) Rhône-Alpes. Agir sur l'environnement pour améliorer la santé. La contribution du Plan régional de santé-environnement. Dossier de presse. Nov. 2005, 18p. Disponible sur <<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/prse.htm>> (consulté en nov. 2005).

11. Préfecture de la région Rhône-Alpes. Plan régional santé-environnement en Rhône-Alpes, 2006-2010. Sept. 2006, 159p.
12. Préfecture de la région Rhône-Alpes. Plan régional de qualité de l'air Rhône-Alpes, synthèse. Fév. 2001, 16p.
13. Logan W. Mortality in the London fog accident. *Lancet*, 1953, 1, 336-338.
14. Dab W. Pollution atmosphérique extérieure et santé respiratoire *in* Charpin D. L'air et la santé. Ed. Flammarion, Coll. Médecine-Sciences, 2004, 305p.
15. Filleul L. Les effets sur la santé de la pollution atmosphérique. Aspects épidémiologiques. Laboratoire santé, travail, environnement. 2001, 4p.
16. Cassadou S., Declercq C., Eilstein D. et al. Programme de surveillance Air et Santé 9 villes (PSAS-9). Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. Phase II. Revue de synthèse. Institut de veille sanitaire (InVS), juin 2002, 24p.
17. Institut de veille sanitaire (InVS). La dernière évaluation du programme APHEIS dans 26 villes indique que la pollution atmosphérique menace toujours la santé publique en Europe. Communiqué de presse. 6 sept. 2004, 4p.
18. Observatoire régional de santé d'Ile-de-France. Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS) : 1987-2000. Janv. 2003, 4p.
19. Chardon B., Lefranc A., Granados D. et Grémy I. Évaluation des risques de pollution urbaine sur la santé (ERPURS) : analyse des liens à court terme entre niveaux de pollution atmosphérique et visites médicales à domicile (2002-03) pour pathologies respiratoires. Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, sept. 2005, 2p.
20. Glorennec P. Évaluation des risques de la pollution de l'air pour la santé publique *in* Charpin D. L'air et la santé. Ed. Flammarion, Coll. Médecine-Sciences, 2004, 305p.
21. Nèrière E. Distribution de l'exposition de la population urbaine à des polluants particuliers et gazeux génotoxiques et évaluation du risque de cancer. Étude Genotox'ER. Thèse de doctorat d'université d'épidémiologie et de santé publique, Nancy 1, 2004, 317p.
22. Glorennec P., Venien F., Clément M., et al. Qualité de l'air : Évolution de la métrologie des polluants et politique de réduction des émissions. Maîtrise des odeurs et traitement des effluents gazeux. Ed. ASTEE, mai 2005, 90p.
23. Momas I., Caillard J.F., Lesaffre B. Plan National Santé Environnement. Rapport de la Commission d'Orientation. La Documentation Française, 2004, 296p.
24. Institut français de l'environnement (IFEN). Base de données EIDER (ensemble intégré des descripteurs de l'environnement régional). CD-Rom de données n°1, Sept. 2005.

Dossiers complémentaires à consulter :

- ◆ L'habitat et l'air intérieur
- ◆ Les sols
- ◆ Les légionelles
- ◆ Les pollens et l'ambroisie
- ◆ La qualité de vie, le bruit et les odeurs
- ◆ Les rayonnements non ionisants
- ◆ Les pratiques agricoles
- ◆ L'activité industrielle
- ◆ Le plomb
- ◆ Les composés organiques volatils
- ◆ Les rayonnements ionisants et le radon

Sont remerciés pour leur précieuse relecture :

- ◆ Mireille Chiron, Unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance transport, travail, environnement (UMRESTTE)
- ◆ Jacques Déchenaux, Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (APPA), Comité régional Dauphiné-Savoie
- ◆ Agnès Lefranc, Observatoire régional de la santé (ORS) Île-de-France
- ◆ Les 6 Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air de Rhône-Alpes
- ◆ Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes
- ◆ Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) de Rhône-Alpes

# L'habitat et l'air intérieur

## Faits marquants

- L'homme passe entre 70 et 90 % de son temps à l'intérieur de locaux ou d'habitacles où il est soumis à l'action de polluants de nature chimique, physique ou biologique.
- Les principales sources de contamination sont : les occupants eux-mêmes et leurs activités (tabagisme, activités de cuisine, *etc.*), les matériaux de construction (revêtements de murs et de sols, peintures, matériaux d'isolation, *etc.*), les équipements du bâtiment (appareils de combustion pour le chauffage, systèmes de ventilation et d'air conditionné, *etc.*), ainsi que différents allergènes (acariens, animaux domestiques, *etc.*). A cette pollution endogène, vient s'ajouter la pollution de l'air extérieur.
- Les concentrations de certains polluants peuvent être bien plus fortes à l'intérieur des logements qu'à l'extérieur (composés organiques volatils par exemple).
- La pollution de l'air intérieur par des gaz, des particules ou divers microorganismes peut occasionner une aggravation des maladies respiratoires, chroniques ou aiguës, des crises d'asthme, des allergies, voire l'asphyxie en cas d'intoxication sévère au monoxyde de carbone.
- La prise de conscience de l'importance de la qualité de l'air intérieur est relativement récente. Des études sont actuellement menées afin de mieux connaître cette pollution et de mieux appréhender l'exposition cumulée de la population aux différentes sources de pollution.
- La qualité d'un logement dépend de l'ancienneté du logement et est associée à des facteurs socio-économiques. L'insalubrité, la présence de micro-organismes, les problèmes de chauffage, d'infiltration d'eau et d'humidité constituent des facteurs nuisant à la qualité de l'air intérieur.
- En Rhône-Alpes, selon le recensement de l'INSEE de 1999, 28 % des résidences principales ont été achevées avant 1949 contre une moyenne nationale de 32 %. En rapport à la situation de la France métropolitaine, la moyenne de l'habitat collectif est plus importante en Rhône-Alpes (40 % contre 34 % au niveau national).
- En Rhône-Alpes, entre 2002 et 2004, il y a eu près de 200 séjours hospitaliers par an pour intoxications oxycarbonées.

## Contexte

L'homme passe entre 70 et 90 % de son temps (jusqu'à 97 % pour les «femmes au foyer») à l'intérieur de locaux divers et de moyens de transports où il est soumis à l'action de polluants<sup>1</sup>. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une réduction de 20 % de la pollution de l'air intérieur permettrait de réduire de 4 à 8 % la mortalité par infections respiratoires aiguës dans certains groupes de population<sup>2</sup>. Concernant les pays occidentaux,

c'est à partir des années 1970 que la qualité de l'air intérieur des locaux privés et publics devient l'objet d'une préoccupation grandissante. La crise du pétrole a mis en évidence l'importance du gaspillage d'énergie qu'occasionnait en particulier le chauffage des locaux. Dès lors, des travaux d'isolation ont été entrepris à grande échelle en vue de diminuer les pertes de chaleur. En contrepartie, les échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur

étaient considérablement réduits. Ce confinement a contribué à provoquer des situations de dégradation de la qualité de l'air intérieur<sup>1</sup>.

Bien que considéré comme un espace protecteur et sécurisant, l'habitat, dans certaines conditions, peut représenter une menace pour la santé humaine. L'insalubrité, notamment la présence de vermine, les problèmes de chauffage, d'infiltration d'eau, d'humidité et de contamination par les moisissures constituent des facteurs nuisant à la qualité de l'air intérieur. En effet, la pollution de l'air intérieur par des gaz, des particules ou divers micro-organismes peut occasionner une aggravation des maladies respiratoires. Selon l'OMS, la charge mondiale de la morbidité\* due à la pollution de l'air intérieur serait cinq fois supérieure à la charge de morbidité attribuée à l'air extérieur<sup>3</sup>.

En France, d'après l'enquête «logement» réalisée en 2001-2002 par l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) auprès d'un échantillon de 45 000 logements, 40 % des habitations présentent au moins un problème de qualité (défauts structurels, occasionnels, d'équipements, etc.)<sup>4</sup>. Généralement, la qualité du logement dépend de son ancienneté (les logements anciens présentent plus de défauts que les récents) et elle est associée à des facteurs socio-économiques. Si l'on considère l'occupation principale de la personne de référence du ménage, les personnes sans emploi sont les plus nombreuses à déclarer l'existence d'au moins un défaut dans leur logement. Parmi celles ayant un emploi, les ouvriers et employés sont les plus concernés par ces problèmes de qualité du logement<sup>4</sup>. Le défaut le plus souvent signalé par les ménages concerne l'humidité.

Selon une étude réalisée en 2004, le parc rhônalpin des logements diffère du parc national par son caractère plus récent : 72 % des résidences principales ont été construites après 1948, contre 68 % en métropole. De plus, avec 46 % de maisons, Rhône-Alpes se situe dix points en deçà de la moyenne métropolitaine, ce qui reflète la forte urbanisation de la région. Le nombre moyen de pièces par résidence principale, proche de quatre dans la région en 2004, est inférieur à la moyenne des régions de province, conséquence directe de la prépondérance des immeubles collectifs<sup>5</sup>. Par

ailleurs, 10 % des logements peuvent être qualifiés de surpeuplés au regard du nombre de pièces et de la composition du ménage. Le surpeuplement concerne un ménage sur cinq dans l'habitat collectif<sup>4</sup>.

Au recensement de 1999, la proportion de résidences sans confort\* représentait 3,3 % des logements en Rhône-Alpes, soit un taux inférieur au niveau national (4,6 %). Concernant le parc locatif social rhônalpin, il représente 17,3 % des résidences principales de la région au 1<sup>er</sup> janvier 2002. La région Rhône-Alpes se caractérise par une forte disparité de la part de logements sociaux selon le département (elle s'étend de 9 % en Ardèche à 22 % dans le Rhône).

Aujourd'hui, la qualité de l'air intérieur est prise en compte dans le Plan National Santé Environnement qui prévoit plusieurs actions afin « d'assurer la protection sanitaire des occupants des bâtiments »<sup>6</sup>.

Ces actions développées au niveau national sont :

- Action 9 : «Réduire les émissions polluantes du secteur tertiaire et résidentiel» ;
- Action 14 : «Mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur et renforcer la réglementation» ;
- Action 15 : «Mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction» ;
- Action 16 : «Améliorer l'information des acquéreurs et des futurs locataires de biens immobiliers sur leurs principales caractéristiques techniques» ;
- Action 17 : «Réduire l'exposition au radon dans les bâtiments à usage d'habitation et mieux évaluer le risque» ;
- Action 18 : «Limiter l'exposition de la population aux fibres minérales artificielles» ;
- Action 19 : «Protéger la santé des populations vivant en habitat insalubre» ;
- Action 29 : «Veiller à la qualité des bâtiments accueillant des enfants».

## Sources d'exposition / Pollution

La pollution de l'air intérieur peut provenir :

- de sources extérieures :
  - trafic automobile : monoxyde de carbone, oxydes d'azote, particules, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), *etc.* [Cf. « L'air »] ;
  - pollution aérobiologique : pollens [Cf. « Les pollens et l'ambroisie »].
- d'activités humaines :
  - appareils ménagers : possibles émetteurs de monoxyde de carbone, *etc.* ;
  - tabagisme : monoxyde de carbone, oxydes d'azote, ammoniac, acide cyanhydrique, métaux lourds, composés organiques volatils (COV) [Cf. « Les COV »], *etc.*
- de certains matériaux ou produits :
  - produits d'entretien : COV, formaldéhyde, *etc.* ;
  - tuyauterie, peinture : plomb [Cf. « Le plomb »] ;
  - bâtiments : fibres, radon [Cf. « Les rayonnements ionisants »].
- de sources biologiques : allergènes d'animaux domestiques, acariens, moisissures, *etc.*

Les polluants sont émis soit de manière continue (sur le long terme, avec une activité constante de la source, par exemple les émissions de matériaux), soit de manière discontinue (sur le court terme, avec une activité variable de la source, par exemple les activités humaines)<sup>7</sup>. Ils sont de nature chimique, physique ou biologique.

### Les polluants chimiques

La pollution chimique à l'intérieur de l'habitat est très diverse. On distingue des composés gazeux (monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, *etc.*), des composés organiques volatils (benzène, toluène, formaldéhyde, trichloroéthane, *etc.*), des particules respirables qui peuvent être le support de métaux (plomb, *etc.*), de HAP, auxquels il faut ajouter d'autres composants tels que la fumée de tabac, *etc.*<sup>1</sup>

**Le monoxyde de carbone (CO)** est un gaz incolore, inodore, sans saveur et très toxique. Il se forme lors de la combustion incomplète de matières carbonées : gaz de ville ou en bouteille, charbon, pétrole, essence, gasoil, bois. Dans l'habitat, tout équipement défectueux qui

utilise un combustible pour le chauffage ou la production d'eau chaude sanitaire peut produire du CO : chaudières à gaz ou fioul, cuisinières, appareils mobiles de chauffage, chauffe-eau et chauffe-bains, poêles à bois et à charbon. Les quantités émises varient en fonction du nombre de brûleurs allumés, de leur réglage, de la présence de récipients sur les flammes, et des conditions de tirage et de ventilation. Les pollutions automobiles sont également des sources de monoxyde de carbone, soit externes (circulation automobile intense), soit internes (moteur fonctionnant dans un garage mitoyen)<sup>8</sup>. Très diffusible, il peut facilement passer d'une pièce à l'autre.

**Les composés organiques volatils (COV)** appartiennent à différentes familles chimiques. Ce sont des gaz organiques qui peuvent être particulièrement toxiques et pour certains cancérigènes. De manière simplifiée, les COV sont des gaz émis par la combustion de carburants ou l'évaporation de solvants contenus dans certains matériaux et produits. Leur point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement à la température ambiante et de se retrouver dans l'air<sup>9</sup>. Entre 50 et 100 COV peuvent être rencontrés dans des ambiances intérieures, à des concentrations variant de quelques  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à plusieurs dizaines de  $\text{mg}/\text{m}^3$ <sup>10</sup>. Le formaldéhyde, par exemple, a des sources multiples : papiers, cosmétiques, détergents, meubles, tapis, fumée de tabac, *etc.* Si les émissions de COV constituent des pollutions majeures de l'air intérieur, elles peuvent décroître en quelques jours ou quelques mois, exceptionnellement quelques années. [Cf. « Les composés organiques volatils »].

**Le plomb (Pb)** constitue une source importante de pollution chimique. Jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup>, la céruse (carbonate basique de plomb) entrait dans la composition des peintures utilisées dans les logements. Il subsiste aujourd'hui des peintures au plomb dans les logements construits avant 1948, date de son interdiction. Ces revêtements, souvent recouverts par d'autres depuis, peuvent se dégrader avec le temps, l'humidité ou lors de travaux (ponçage par exemple). Les écailles et les poussières ainsi libérées sont alors sources d'intoxications<sup>11</sup>. [Cf. « Le plomb »]

### ***La fumée de tabac dans l'environnement (FTE)***

La fumée principale est celle qui est inhalée par le fumeur. La fumée dite secondaire est celle qui s'échappe à l'extrémité libre de la cigarette à laquelle s'ajoute la fumée exhalée par le fumeur. La FTE est la fumée secondaire qui se répand dans l'air intérieur des bâtiments<sup>12</sup>. L'exposition à la fumée secondaire est considérée comme involontaire et passive. La composition chimique de la fumée de tabac est très complexe puisqu'elle comprend près de 4 000 substances. Une quarantaine d'entre elles sont reconnues ou soupçonnées d'être cancérigènes pour l'homme telles que le benzène, le nickel, les HAP ou le formaldéhyde. A cela s'ajoute d'autres substances ayant des effets toxiques comme le monoxyde de carbone, l'ammoniac, le cyanure d'hydrogène et les oxydes d'azote. La concentration de FTE dépend de plusieurs facteurs dont le niveau d'émission lié au nombre de fumeurs et de cigarettes fumées, l'espace dans le bâtiment, la ventilation, la capacité absorbante des matériaux, des meubles, et la présence de filtration de l'air. Les multiples contaminants émis par la combustion de tabac se présentent sous forme de gaz, de vapeurs ou de particules. Avec la cuisson des aliments, la fumée de tabac est la principale source de particules dans l'habitat<sup>12</sup> [Cf. « *L'air* »].

### **Les polluants physiques**

Ils sont représentés par les émissions de fibres (amiante et fibres minérales artificielles), de gaz (radon) ou encore les ondes issues des champs électromagnétiques.

**Les fibres** sont des particules allongées, dont la longueur est au moins trois fois supérieure à leur diamètre. *L'amiante* est une roche fibreuse qui a été utilisée dans le bâtiment pour ses qualités de résistance mécanique, d'imputrescibilité, d'absorption, d'isolation thermique et acoustique et d'isolation au feu. Considéré longtemps comme un matériau miracle peu coûteux aux qualités exceptionnelles, l'amiante a largement été utilisé entre les années 1950 et 1980<sup>13</sup>. Si depuis son interdiction en 1997, l'amiante n'est ni fabriqué ni importé en France, il subsiste encore aujourd'hui des matériaux amiantés. Les produits qui contenaient de l'amiante sont principalement les flocages, les calorifugeages,

les faux-plafonds, les fibrociments, les revêtements de sols en vinyle amiante, les cloisons et caissons de planchers, les mousses isolantes de calfeutrement, les portes et blocs coupe-feu, les revêtements par projection de produits pâteux, les colles, les produits de ragréage, etc.<sup>13</sup> La dégradation ou l'intervention sur ces matériaux entraînent la suspension dans l'air de fibres d'amiante qui constitue alors une source de pollution de l'air intérieur.

Afin de remplacer les isolants à base d'amiante, différentes *fibres minérales artificielles* sont utilisées pour l'isolation thermique, acoustique et la protection contre l'incendie. Aujourd'hui, on dénombre plus de 70 variétés de fibres minérales artificielles, recouvrant plus de 35 000 applications. On peut distinguer trois types de laines minérales : les laines de verre dont les fibres sont élaborées à base de sable, les laines de roche élaborées à base de basalte et les laines élaborées à base de produits de récupération de hauts-fourneaux. Elles sont principalement employées comme matériau d'isolation (planchers, murs, toitures), mais aussi dans la plomberie (tuyaux d'eau chaude sanitaire) et dans la ventilation (gainés d'aération). Elles sont utilisées par les professionnels du bâtiment et par des particuliers<sup>14</sup>.

**Le radon** est un gaz radioactif d'origine naturelle qui provient de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Sa teneur en surface est variable mais sa concentration est essentiellement le fait de la présence de sous-sols granitiques ou volcaniques. La présence de radon dans les bâtiments résulte du taux de formation de ce gaz dans le sol mais aussi et surtout des caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment en contact avec le sol (fissures, porosité, trous, etc.) et de la différence de pression entre le sol et l'intérieur du bâtiment<sup>15</sup>. [Cf. « *Les rayonnements ionisants* »]

**Les rayonnements non ionisants** peuvent également être considérés comme une pollution de l'air intérieur. Les champs électriques, magnétiques et les ondes électromagnétiques sont de plus en plus présents dans notre vie quotidienne. L'usage de l'électricité est une source de rayonnements non ionisants mais également toutes les transmissions du type

télévision, radio et téléphonie mobile. Les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques peuvent avoir différentes origines<sup>16</sup> :

- naturelle : par exemple le champ magnétique terrestre, le rayonnement émis par l'activité électrique des êtres vivants, par les étoiles ou lors de la chute de la foudre.
- artificielle :
  - domestique : lignes électriques dans les habitations, téléphone portable, télévision, four à micro-ondes, plaques de cuisson à induction, alarmes, appareils électroménagers, *etc.* ;
  - environnementale : lignes à hautes tensions, relais de téléphonie mobile et de radio-télédiffusion, radars, *etc.* [Cf. « *Les rayonnements non ionisants* »].

### Les polluants biologiques

Ils sont liés à la présence de champignons et de leurs spores, d'allergènes (acariens et poils d'animaux domestiques) et de bactéries.

*Les moisissures* sont des champignons microscopiques capables de coloniser des supports de nature variée (bois, papiers, tissus, produits alimentaires, *etc.*) pour peu qu'elles y trouvent une humidité favorable et suffisamment de produits nutritifs. Dans la plupart des cas, leur développement à l'intérieur des locaux est lié à des problèmes d'infiltration (perméabilité des matériaux, humidité, rupture de canalisation) ou surtout à des problèmes de condensation consécutifs à une humidité de l'air trop élevée. L'humidité et la chaleur jouent un rôle primordial et agissent sur la germination,

sur la croissance ainsi que sur la sporulation<sup>17</sup>. Certaines espèces peuvent s'installer sur les plâtres, le papier peint, les peintures, le mobilier, les tissus, le cuir, l'osier, les plastiques, les produits alimentaires, *etc.* Les matelas, moquettes, tapis, fauteuils ou n'importe quel objet rembourré peuvent également constituer une niche pour ces micro-organismes. Les plantes d'intérieur et la terre de leurs pots sont des substrats naturels pour certaines espèces.

*Les allergènes* trouvés dans la poussière de maison sont essentiellement des allergènes d'acariens, d'animaux domestiques (majoritairement chats et chiens) et de blattes (ou de cafards)<sup>18</sup>. On peut également trouver des allergènes de pollens, apportés de l'extérieur [Cf. « *Les pollens et l'ambroisie* »]. Les acariens représentent une des causes les plus importantes d'allergie<sup>1</sup>. Invisibles à l'œil nu, ils se développent dans la poussière de maison en se nourrissant des squames de peau humaine et sont présents dans les lieux occupés par l'homme : literies, canapés et fauteuils en tissus, tapis et moquettes, tapisseries, *etc.*<sup>19</sup>

*Les endotoxines* représentent un constituant externe de la membrane des bactéries à Gram négatif. Dans les logements, la présence d'endotoxines est liée à la présence d'animaux de compagnie, notamment chats et chiens, à l'humidité du logement, à la présence de détritiques organiques, et enfin à l'existence de fumeurs puisque la fumée de cigarette renferme des taux élevés d'endotoxines<sup>20</sup>.

## Exposition et effets sur la santé

En raison de la grande variété des polluants intérieurs ou de l'intensité variable des émissions, les effets sur le confort et la santé sont divers dans leur nature et leur gravité. La contamination des locaux peut occasionner une aggravation des maladies respiratoires, chroniques ou aiguës, des allergies, des crises d'asthme, voire l'asphyxie en cas d'intoxication sévère au monoxyde de carbone. Le registre est donc large puisqu'il va, selon les cas, de la nuisance à la pathologie, jusqu'au risque mortel, de l'accident aigu à l'exposition chronique, et de la plainte banale individuelle à la crise sanitaire<sup>1</sup>.

### L'intoxication au monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone inhalé se fixe facilement sur l'hémoglobine du sang à la place de l'oxygène provoquant une intoxication oxycarbonée. Il existe deux types d'intoxication. Chronique, elle se manifeste lentement par des maux de tête, des nausées, une confusion mentale et de la fatigue. Aiguë, elle entraîne des vertiges, une perte de connaissance, une impotence musculaire, des troubles du comportement, voire le coma ou le décès<sup>1</sup>. C'est la première cause domestique de mortalité accidentelle par intoxication en France.

Les intoxications au monoxyde de carbone accidentelles restent toutefois difficiles à quantifier en France pour diverses raisons. D'une part, le premier diagnostic est difficile à établir par la pluralité et la non spécificité des symptômes. D'autre part, la connaissance des hospitalisations et des décès pouvant être attribués au monoxyde de carbone est parcellaire<sup>21</sup>. A titre d'exemple, en 2001, la Direction générale de la santé (DGS) a évalué à 49 le nombre de décès annuel par intoxication au monoxyde de carbone (hors incendies et suicides). Or, si l'on se rapporte aux données fournies depuis quinze ans par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), le nombre annuel serait beaucoup plus important (150 à 200 par an)<sup>21</sup>. En Rhône-alpes, le nombre annuel de décès serait de quelques unités.

#### **Les risques sanitaires liés aux composés organiques volatils**

Les effets sanitaires varient selon le polluant considéré, le niveau et la durée d'exposition. Encore mal connus, les principaux symptômes et effets décelés sont des irritations des yeux, du nez et de la gorge, des réactions allergiques, des maux de tête, de la fatigue, des vertiges et nausées, des pertes de mémoire, des troubles de la concentration et du sommeil, et des troubles respiratoires. Les enfants, en particulier les plus jeunes, sont ceux qui craignent le plus les COV du fait du développement de leur appareil respiratoire<sup>9</sup>. Le benzène et le formaldéhyde sont reconnus comme cancérigènes certains pour l'homme (Groupe 1) par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC). Il sont respectivement impliqués dans des leucémies et dans des cancers du rhinopharynx, de la cavité nasosinusale<sup>12</sup> [Cf. «*Les Composés organiques volatils*»].

#### **Le saturnisme ou l'intoxication par le plomb**

Le saturnisme est une intoxication aiguë ou chronique, professionnelle ou domestique, par le plomb, ses vapeurs ou ses sels, qui pénètrent dans l'organisme par voie digestive ou respiratoire. Première maladie professionnelle indemnisée en France, le saturnisme s'est aussi développé dans l'environnement domestique. Appelé alors saturnisme de l'insalubrité, il provoque des troubles réversibles (anémie, problèmes digestifs) ou irréversibles (atteinte du système nerveux pouvant compromettre le

développement intellectuel de jeunes enfants)<sup>1</sup>. Les enfants sont les populations les plus vulnérables, en raison de leur exposition plus importante (jeux au contact de sol contaminé, habitudes mains-bouche, réflexe «de pica») et de leur plus grande sensibilité<sup>11</sup> [Cf. «*Le Plomb*»].

#### **Le tabagisme passif**

Le tabagisme passif se définit par l'exposition à la fumée environnementale émise dans l'atmosphère par les fumeurs. Selon l'enquête Baromètre Santé 2005, cette exposition constitue une gêne pour environ 72 % des 12-75 ans<sup>22</sup>. Plus qu'une simple gêne, la fumée de tabac environnementale, selon la base de données européenne Carex\*, est le cancérigène auquel le plus grand nombre de travailleurs est exposé<sup>23</sup>. L'exposition au tabac est associée à de nombreux effets sur la santé, notamment un excès de cancers du poumon, de maladies respiratoires et cardiaques et d'infections respiratoires. En 1992, l'Environmental Protection Agency (EPA) estime qu'environ 3 000 décès par cancer du poumon surviennent chaque année aux États-Unis chez les non-fumeurs des deux sexes, à la suite d'exposition à la FTE. Elle note de plus que l'exposition à la FTE est associée chez les jeunes enfants à un plus grand risque d'infections respiratoires comme la pneumonie, la bronchite et la bronchiolite, qu'elle entraîne une faible mais significative diminution du développement du poumon, qu'elle augmente la fréquence des épisodes et la sévérité de l'asthme ainsi que le risque de mort subite chez le nourrisson<sup>24</sup>. Par ailleurs, en 1997, l'Académie nationale de médecine évaluait la mortalité annuelle liée au tabagisme passif en France à environ 3 000 décès<sup>25</sup>. Il est vraisemblable, compte-tenu des travaux récents, qu'il s'agisse d'une sous-estimation. Le chiffre de 5 000 est aujourd'hui avancé, et au Royaume-Uni (dont le nombre d'habitants est proche de celui de la France), une étude publiée en 2005 estime le nombre annuel de morts par tabagisme passif à environ 10 000<sup>26</sup>. Le CIRC a classé le tabagisme passif dans le groupe 1, confirmant que l'exposition involontaire à la fumée du tabac est cancérigène pour l'homme, à l'origine notamment de cancers du poumon<sup>27</sup>.

**Les risques liés aux fibres**

En 1977, une conférence du CIRC classe l'**amiante** comme cancérigène pour l'homme (Groupe 1). Depuis, les travaux scientifiques ont très largement montré que l'inhalation de fibres d'amiante présente un risque sévère de maladies pulmonaires et de cancers chez l'être humain, à moyen et à long terme. L'expertise collective de l'INSERM de 1996 affirme que toutes les variétés d'amiante sont cancérigènes<sup>28</sup>. Mais l'inhalation de fibres d'amiante peut aussi entraîner d'autres pathologies bénignes telles que les plaques pleurales ou graves telles que l'asbestose<sup>29</sup>.

- *Plaques pleurales* : Considérées comme un marqueur d'exposition à l'amiante, elles peuvent être sans conséquence ou entraîner des douleurs, voire une légère diminution de la capacité respiratoire.
- *Asbestose* : Dans le cas d'empoussièrément important, l'amiante peut conduire à une sclérose du tissu pulmonaire appelée asbestose. Le risque d'asbestose et sa gravité dépendent du niveau et de la durée d'exposition. Toute asbestose s'accompagne d'un risque accru de cancer broncho-pulmonaire.
- *Cancers* : La plupart des cancers liés à l'amiante concernent le tissu pulmonaire, les bronches (cancers broncho-pulmonaires) ou la plèvre (mésothéliome pleural). L'exposition à l'amiante constitue à elle seule un facteur de risque de cancer broncho-pulmonaire. Le risque d'atteinte tumorale est majoré par l'exposition à d'autres agents cancérigènes, en particulier la fumée de tabac. Le cancer broncho-pulmonaire apparaît en moyenne 15 à 20 ans après l'exposition. Le mésothéliome est un cancer primitif de la plèvre. Contrairement au cas du cancer broncho-pulmonaire, le tabac ne joue aucun rôle dans le risque de survenue d'un mésothéliome. Selon le Programme national de surveillance du mésothéliome (PNSM), au moins 80 % des cas de mésothéliome survenant dans les pays industrialisés sont dus à une exposition professionnelle à l'amiante<sup>30</sup>. Le rôle de l'amiante dans l'apparition de cancers du larynx, du tube digestif ou de l'appareil urogénital est aujourd'hui controversé.

La dangerosité de l'amiante a conduit à son remplacement par les **fibres minérales artificielles**. Ces dernières présentent cependant

elles aussi des risques d'irritation de la peau et des yeux lors de leur manipulation, évitables néanmoins par le port de gants de travail ou de lunettes de protection<sup>14</sup>. Une augmentation du risque de cancer du poumon a été évoquée, mais, en l'état actuel des connaissances, le CIRC considère que la cancérogénicité de la laine de verre, de roche et de laitier n'est pas évaluable (Groupe 3). Seules, les fibres céramiques réfractaires et les microfibrilles de verre (type E et 475) sont évaluées cancérigènes possibles pour l'homme (Groupe 2B)<sup>28</sup>. Actuellement, les données épidémiologiques disponibles ne permettent pas de conclure de façon ferme quant à l'innocuité à long terme des fibres minérales artificielles.

**Les risques liés au radon**

En l'état actuel des connaissances, c'est exclusivement par l'inhalation que le radon présente un risque potentiel pour la santé. Le radon et ses descendants solides pénètrent dans les poumons avec l'air respiré et émettent des rayonnements alpha, peu pénétrants, qui irradient les cellules les plus sensibles des bronches. Ce phénomène peut induire le développement d'un cancer. Les estimations du risque dû au radon proviennent des études épidémiologiques sur les causes de décès des mineurs d'uranium. Ces études ont permis d'établir que l'exposition au radon accroît de façon certaine le risque de cancer du poumon chez ces travailleurs<sup>15</sup>. Au 1er janvier 2000, ce sont 30 départements qui étaient reconnus à risque radon en France, dont la Loire, l'Ardèche, et la Savoie en Rhône-Alpes. En 2003, dans la région, le département du Rhône s'ajoute à la liste des zones identifiées à risque<sup>31</sup> [Cf. «*Les rayonnements ionisants*»].

**Les risques liés aux rayonnements non ionisants**

Le CIRC classe les champs magnétiques domestiques de très basse fréquence comme peut-être cancérigènes pour l'homme (Groupe 2B). Les champs électriques et les champs magnétiques statiques n'ont par contre pu être classés quant à leur cancérogénicité pour l'homme (Groupe 3) [Cf. «*Les rayonnements non ionisants*»].

**Les risques liés à la bio-contamination**

Les biocontaminants peuvent engendrer des manifestations allergiques ou des infections

respiratoires et pulmonaires. Les allergènes d'animaux par exemple, et plus particulièrement ceux du chat, les acariens et certaines moisissures, sont capables d'induire des réactions allergiques comme l'asthme chez des personnes sensibles, ainsi que diverses irritations des muqueuses, rhinites, conjonctivites, etc. Les endotoxines présentent également un fort pouvoir inflammatoire, pouvant aggraver les symptômes de l'asthme<sup>32</sup>. L'inhalation de biocontaminants peut entraîner, selon l'état de santé des occupants et le type de micro-organismes, des rhinites et des allergies<sup>33</sup>. De nombreuses études internationales ont estimé qu'entre 45 et 85 % des patients asthmatiques sont sensibles aux allergènes d'acariens, entre 20 et 30 % aux allergènes de chats (15 et 25 % en population générale), jusqu'à 40 % aux allergènes de chiens (3 à 14 % en population générale) et jusqu'à 20 % aux moisissures (5 à 10 % en population générale)<sup>18</sup>. En général, le risque de sensibilisation allergique est proportionnel à la quantité d'allergènes en suspension dans l'air. L'entretien du logement (notamment les appareils de production de chauffage) et les systèmes de ventilation (aération régulière de l'habitat) sont des mesures de salubrité permettant de préserver efficacement la santé des occupants.

### Le Syndrome des Bâtiments Malsains (SBM)

En 1983, un groupe d'experts de l'OMS a désigné un ensemble de symptômes chez les occupants des édifices à bureaux sous l'appellation « Syndrome des Bâtiments Malsains » (SBM). La définition proposée peut-être résumée ainsi : « *le syndrome des bâtiments malsains est un ensemble de symptômes respiratoires, oculaires, cutanés et sensoriels, apparaissant chez des sujets travaillant dans une atmosphère climatisée plusieurs heures par jour, sans substratum organique, ni critères vraiment objectifs* »<sup>34</sup>. L'ensemble de ces signes cliniques provoque une sensation d'inconfort dont se plaint le personnel de bureau et qui suscite une certaine perplexité chez les médecins du travail<sup>1</sup>. Le plus souvent, ce syndrome est associé à la climatisation des immeubles mais de nombreux autres facteurs seraient également impliqués : facteurs physiques (température, humidité, luminosité, pourcentage de recyclage de l'air), facteurs chimiques (tabac, composés organiques volatils), ainsi que des facteurs psychologiques et psychosociologiques<sup>34</sup>. Estimée par auto-questionnaire, la fréquence de survenue des symptômes est très variable d'une étude à l'autre. Outre la difficulté de mettre en évidence des anomalies cliniques objectives, le terme même de SBM est critiqué par certains auteurs car il met l'accent exclusivement sur les problèmes de l'édifice plutôt que ceux des occupants. Il suggère enfin qu'il existerait des bâtiments sains et d'autres malsains.

## Aspects réglementaires

Dans le domaine de l'habitat, la réglementation française comprend principalement des textes relatifs à des dangers spécifiques et des thématiques particulières.

### Air intérieur

- Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE). Elle définit la pollution atmosphérique comme « *l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables, de nature à mettre en danger la santé humaine [etc.]* » [Cf. «L'air»].

### Habitat insalubre - Habitat indigne

- Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbain (loi «SRU»).
- Circulaire du 2 mai 2002 relative à l'application des dispositions de la loi SRU concernant l'habitat insalubre.
- Protocole de lutte contre l'habitat indigne.
- Délibération n°2002-1416 du 27 juin 2002 portant approbation du protocole de lutte contre l'habitat indigne.
- Circulaire du 30 avril 2002 relative à la lutte contre l'habitat indigne.

### Tabac

En France, un certain nombre de textes réglementaires (lois, décrets, arrêtés, circulaires

et amendements) a été promulgué :

- La loi n°91-32 du 10 janvier 1991, dite loi «Évin», relative à la lutte contre le tabagisme, qui renforce la loi «Veil» de 1976 et définit, l'interdiction de fumer dans les espaces à usage collectif, en dehors des zones expressément réservées à cet effet.
- Le décret n°92-478 du 29 mai 1992 qui définit les conditions d'application de la loi dans différents milieux (établissements scolaires, bars et restaurants, transports collectifs, lieux de travail, hôpitaux). Le décret prévoit également des sanctions pour les personnes fumant en dehors des zones autorisées.
- La Convention Cadre pour la Lutte Anti-Tabac de l'OMS que la France a ratifiée et qui est entrée en vigueur en février 2005.

### Amiante

- Le décret n°96-97 du 7 février 1996 relatif à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante dans les immeubles bâtis oblige les propriétaires de la plupart des immeubles à rechercher la présence de flocages, calorifugeages et faux-plafonds contenant de l'amiante.
- Le décret n°96-98 du 7 février 1996 relatif à la protection des travailleurs contre les risques liés à l'inhalation de poussières d'amiante concerne plus particulièrement les salariés.
- Le décret n°96-1133 du 24 décembre 1996 relatif à l'interdiction de l'amiante ne permet plus la fabrication, l'importation et la mise en vente de produits contenant de l'amiante, notamment l'amiante-ciment.

- Le décret n°2001-840 du 13 septembre 2001 modifie les décrets n°96-97 et 96-98 en renforçant les règles de gestion des flocages, calorifugeages et faux-plafonds et en obligeant un repérage à un plus grand nombre de matériaux susceptibles de contenir de l'amiante (murs, cloisons, gaines, etc.). Le seuil d'empoussièrement rendant obligatoire la réalisation de travaux est désormais fixé à 5 fibres par litre d'air, contre 25 auparavant. Le dispositif d'information des occupants et des travailleurs est également renforcé.

### Monoxyde de carbone

- La circulaire n°DGS/7C/2004/540 du 16 novembre 2004 complétée par la circulaire n°DGS/SD7C/DDSC/SDGR/2005/552 du 14 décembre 2005 relatives à la surveillance des intoxications au monoxyde de carbone et aux mesures à mettre en œuvre, qui ont généralisé le fonctionnement du dispositif de surveillance des intoxications oxycarbonées à l'ensemble du territoire.
- La loi n°2003-8 du 3 janvier 2003 (marchés du gaz, électricité et service public de l'énergie).
- La loi n°2003-590 du 2 juillet 2003 (urbanisme et construction).
- La loi n°2003-710 du 1<sup>er</sup> août 2003 (orientation et programmation pour la ville et la rénovation urbaine) renforce la politique publique de lutte contre les intoxications au monoxyde de carbone, en définissant, par exemple, des dispositifs préventifs à mettre en place ou en donnant aux maires le pouvoir de prescrire le remplacement défectueux présentant un risque pour les occupants.

## Gestion des risques

Depuis une quinzaine d'années, plusieurs dispositifs de surveillance spécifiques de la qualité de l'air ont été développés. Mais à l'heure actuelle, il n'existe aucune valeur limite concernant la pollution de l'air intérieur. Toutefois, la création récente de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) devrait désormais permettre de mieux saisir les aspects sanitaires liés à l'environnement intérieur.

### Les dispositifs de surveillance spécifique

- *Système de surveillance des intoxications au CO*

Malgré les efforts entrepris depuis une quinzaine d'années pour mieux comprendre, prévenir et traiter le risque lié au CO, les connaissances restent aujourd'hui insuffisantes et le gain sanitaire limité. En effet, toutes les données disponibles (données de mortalité de l'INSERM issues de certificats médicaux de décès, données de morbidité issues des enregistrements hospitaliers du PMSI, des enquêtes annuelles

DGS, des enquêtes locales, des enquêtes des Centres anti-poison, *etc.*) sont des dispositifs disparates, peu sensibles qui ont plutôt tendance à sous-estimer l'ampleur du problème. Face à ce constat, un nouveau dispositif de surveillance nationale des intoxications au CO a été créé, après avis favorable du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) en décembre 2002, et il a été retenu en février 2004 comme sous action du PNSE. L'Institut de veille sanitaire (InVS), en lien étroit avec la DGS, a alors assuré le suivi et l'évaluation de l'expérimentation du dispositif dans deux régions pilotes : Aquitaine et Pays de Loire. Après cette phase de test, l'extension du système au territoire national est devenue effective au 1<sup>er</sup> janvier 2005.

Ce nouveau dispositif a une double orientation :

- A visée préventive immédiate, d'alerte et de gestion des risques, l'objectif essentiel étant d'isoler les personnes exposées et prévenir les premières intoxications et les récidives par la gestion du risque dans l'habitat ;
- A visée épidémiologique, d'évaluation du risque, afin de suivre au niveau national et local l'évolution de l'incidence des intoxications.

Toutes les informations sont alors agrégées dans une base de données, créée et hébergée par l'InVS.

Dans la région, un réseau spécifique d'alerte et de surveillance des intoxications oxycarbonées, fonctionne depuis 1996 sur les régions Rhône-Alpes et Auvergne. Il est coordonné par le Centre de toxicovigilance du CHU de Grenoble. La région participe depuis 2005 au dispositif national de surveillance des intoxications au monoxyde de carbone.

- *Système de surveillance du saturnisme infantile*

Un nouveau système de surveillance intégrant le recueil des plombémies par les Centres antipoison (CAP) et la déclaration obligatoire des cas aux DDASS a été mis en place par les arrêtés du 5 février 2004 et la circulaire du 21 avril 2004. [Cf. «*Le Plomb*»]

- *Programme national de surveillance du mésothéliome (PNSM)*

Mis en place à la demande des pouvoirs publics, le PNSM a débuté en 1998. Il s'agit d'une action concertée, coordonnée par le

Département santé travail de l'InVS. Le PNSM vise quatre objectifs :

- estimer l'incidence du mésothéliome en France ;
- étudier la proportion de mésothéliome en France attribuable à une exposition à l'amiante ;
- améliorer le diagnostic du mésothéliome ;
- évaluer et améliorer la prise en charge de la maladie professionnelle.

### **L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)**

En 2001, les pouvoirs publics ont confié au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) le soin de mettre en place, avec un large réseau de partenaires, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dont les objectifs sont :

- D'identifier les substances, agents et situations qui, en affectant la qualité de l'air intérieur, présentent un risque sanitaire pour la santé des personnes ;
- D'évaluer l'exposition des populations aux polluants identifiés ;
- De mettre au point des recommandations relatives à l'optimisation des systèmes de ventilation du point de vue sanitaire et énergétique ;
- De coordonner les recherches liées à son fonctionnement et son développement..

Par ailleurs, **l'Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH)** attribue des subventions pour améliorer le confort dans l'habitat privé. Créée en 1970, cet établissement public national permet aux propriétaires privés de réaliser des travaux d'amélioration dans des logements achevés depuis au moins quinze ans et qu'ils occupent ou qu'ils louent, pendant neuf ans, à titre de résidence principale. L'ANAH a édité, à l'attention du public et des propriétaires, quatre collections de fiches d'information sur la thématique «santé - habitat», téléchargeables sur son site Internet : [www.anah.fr](http://www.anah.fr).

Aujourd'hui, le manque de connaissance sur le lien entre l'air intérieur et la santé ne permet pas véritablement l'élaboration d'une politique globale. Néanmoins, dans l'attente de certitudes scientifiques, des mesures de sensibilisation peuvent être mises en place. Par exemple, l'Institut national de prévention et d'éducation

pour la santé (INPES) a mené une campagne de communication relative au tabagisme passif. Pour l'année 2005-2006, l'INPES met particulièrement l'accent sur les intoxications au monoxyde de carbone par la publication d'affiches et de cartes postales téléchargeables sur son site Internet ([www.inpes.sante.fr](http://www.inpes.sante.fr)). Aujourd'hui, une politique de sensibilisation et de prévention globale sur la thématique du logement en complément aux campagnes de

communication spécifiques pourrait participer à l'amélioration de l'efficacité des actions de lutte contre certaines pathologies.

Enfin, des actions simples à mener individuellement telles que l'aération de l'habitat, l'entretien des systèmes de combustion et de ventilation du logement permettent d'éviter le confinement et ainsi de prévenir en partie les risques sanitaires liés à l'air intérieur.

## Indicateurs & annexes

### 1. Déterminants de la qualité de l'air

<b><u>Principaux polluants</u></b>	<b><u>Sources, à la fois extérieures et intérieures</u></b>
NOx, CO	Combustion
CO <sub>2</sub>	Combustion, activité métabolique
Particules en suspension	Tabagisme passif, condensation de vapeurs et de produits de combustion
Vapeur d'eau	Activité biologique, combustion et évaporation
COV	Combustion, peintures, pesticides et fongicides
Spores	Moisissures
<b><u>Principaux polluants</u></b>	<b><u>Sources, principalement intérieures</u></b>
Radon	Matériaux de construction
Formaldéhyde	Isolation, mobilier, tabagisme passif
Amiante	Isolation
Ammoniaque	Produits nettoyants, activité métabolique
HAP, arsenic, acroléine	Tabagisme passif
COV	Adhésifs, solvants, cosmétiques, cuisson
Mercuré	Fongicides, peintures,
Allergènes	Poussières domestiques, phanères d'animaux
Micro-organismes	Infections

Source : Extrait de l'article de Leroyer C., Dewitte J.D., « Syndrome des bâtiments malsains », in Charpin D., « *L'air et la santé* »<sup>35</sup>.

## 2. Études menées ou en cours sur la qualité de l'air intérieur en région Rhône-Alpes

### Les « Sentinelles de l'air »

Ce programme, coordonné par l'Association pour la prévention et la pollution atmosphérique (APPA) dans quatre agglomérations françaises (Dunkerque, Grenoble, Lille et Marseille) a pour objectif d'évaluer l'exposition des citoyens à divers polluants (NO<sub>2</sub>, CO, certains COV, particules) au moyen de capteurs individuels portés par des volontaires.

Des mesures de la pollution intérieure dans les logements des volontaires sont également incluses.

### Five (V) epidemiological studies on transport and asthma (VESTA)

L'étude épidémiologique cas-témoin VESTA, menée dans cinq agglomérations françaises (Clermont-Ferrand, Grenoble, Nice, Paris et Toulouse) entre 1998 et 2001 visait à étudier le rôle de la pollution atmosphérique d'origine automobile dans la survenue de l'asthme de l'enfant.

La méthode consistait à comparer deux populations d'enfants, âgés de 4 à 14 ans : des enfants «cas» dont le diagnostic d'asthme est récent et des enfants «témoins», non asthmatiques.

L'exposition personnelle des enfants était mesurée par des capteurs portatifs et l'exposition dans l'habitat était mesurée par des capteurs fixes situés au domicile de chacun des enfants.

En parallèle, une enquête par questionnaire permettait d'estimer les sources de pollution intérieure (mode de chauffage, énergie utilisée pour la cuisine, humidité, présence d'animaux domestiques, tabagisme, *etc.*).

## 3. La campagne nationale « logements » de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur

L'OQAI a engagé le 1<sup>er</sup> octobre 2003 une campagne nationale «Logements» afin de dresser un état de la pollution de l'air intérieur dans des lieux de vie et d'identifier des facteurs prédictifs de la qualité de l'air.

Au total, environ 700 résidences principales en situation d'occupation et située en France métropolitaine ont été ciblées.

Cette campagne nationale avait pour objectif :

- de faire un état de la pollution de l'air intérieur des logements ;
- de donner les éléments utiles pour l'estimation de l'exposition des populations occupants ces lieux de vie et la quantification et la hiérarchisation des risques sanitaires associés ;
- d'établir un premier bilan des déterminants de la pollution intérieure ;
- de donner des orientations pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les logements.

Les paramètres retenus dans le cadre de cette campagne sont : les composés organiques volatils et aldéhydes, le monoxyde de carbone, le radon et le rayonnement gamma, les allergènes (chat, acarien, moisissures), les particules inertes, le dioxyde de carbone, la température et humidité relative, les débits d'air extraits.

Les résultats de cette campagne sont prévus pour le courant de l'année 2006.

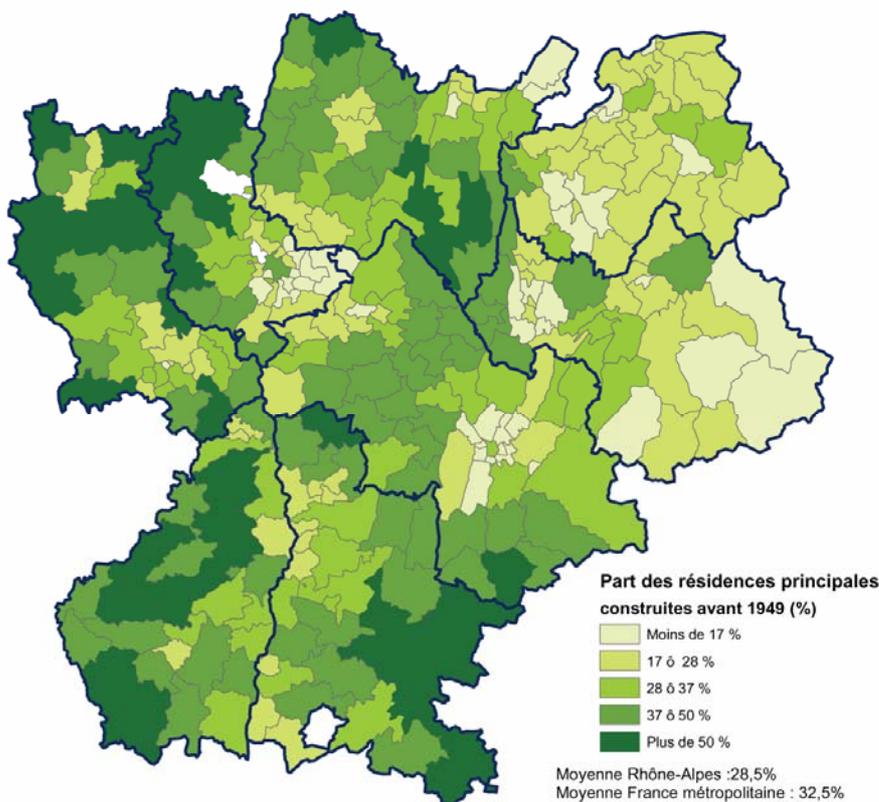
## ► Descriptif des substances ou paramètres mesurés dans la campagne nationale de l'OQAI (2003-2004)

Substances / paramètres	Principales sources et facteurs de risque potentiels associés	Effets sanitaires dominants		
		Aigus	Chroniques	Cancers *
<b>BIOCONTAMINANTS</b>				
Allergènes de chiens, chats, acariens	Chiens, chats, acariens. Humidité, température	Respiratoires (allergies, asthme)		ne/ne**
<b>COMPOSES CHIMIQUES</b>				
Monoxyde de carbone	Appareils de chauffage et de production d'eau chaude, tabagisme, véhicules à moteur	Cardiovasculaires et neurologiques	Cardiovasculaires	ne/ne
Acétaldéhyde	Fumée de tabac, panneaux de bois brut et de particules, isolants, photocopieurs, photochimie atmosphérique, métabolite de l'alcool éthylique	Irritation yeux, tractus respiratoire	Cancers : nasal, larynx Hodgkin ?	2B/B2
Acroléine	Effluent automobile, fumée de tabac, combustion et chauffage des graisses animales et végétales	Respiratoires	ne**	ne/ne
Benzène	Carburants, tabagisme, produits de bricolage, ameublement, produits de construction, de décoration	Neurologiques et immunologiques	Leucémie	1/A
N-décane, n-undécane	White-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, nettoyeurs sol, moquettes, tapis	ne	ne	ne/ne
1,4-dichlorobenzène	Anti-mite, désodorisant, taupicide	Développement	Rénaux	ne/ne
Ethylbenzène	Effluents automobiles, cires	ne	Développement	3/D
Formaldéhyde	Photochimie atmo., panneaux de particules, de fibres, de bois agglomérés, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, fumée de tabac, photocopieurs	Respiratoires	Cancer nasopharyngé	2A/B1
Hexaldéhyde	Panneaux de particules et de bois brut, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, produits de traitement du bois (phase aqueuse)	ne	ne	ne/ne
Styrène	Matières plastiques, matériaux isolants, automobiles, fumée de tabac	Neurologiques	Neurologiques, Cancers pulmonaires	2B/ne
Tétrachloroéthylène	Nettoyage à sec, textiles, moquettes, tapis	Rénaux	Neurologiques, Cancers (œsophage, lymphatique) ?	2A/ne
Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeur d'essence	Neurologiques	Neurologiques	3/D
Trichloroéthylène	Peintures, vernis, colles, dégraissants métaux	Neurologiques	Cancers testicules, foie, lymphatique	2A/ne
1,2,4 triméthylbenzène	Solvants pétroliers, carburants, goudrons, vernis	ne	ne	ne/ne
Xylènes	Peintures, vernis, colles, insecticides	Neurologiques	Neurologiques	3/D
<b>PARTICULES</b>				
Particules fines	Pollution extérieure (dont effluents diesel), fumée de tabac, cuisine, ménage, combustion	Respiratoires et cardio-vasculaires	Cardio-pulmonaires et cancer broncho-pulmonaire	ne/ne
<b>IRRADIATION NATURELLE</b>				
Radon	Sols granitiques, eaux, matériaux de construction		Cancer pulmonaire	1/ne
Rayonnement gamma	Rayonnements cosmiques et telluriques (sols, matériaux de construction)		Cancer	1

\* Classement des cancérogènes selon le Centre international de recherche sur le cancer (Groupe 1 = cancérogène pour l'homme ; groupe 2A = probable cancérogène pour l'homme ; groupe 2B = possible cancérogène pour l'homme ; groupe 3 = inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ; groupe 4 = probable non cancérogène pour l'homme).

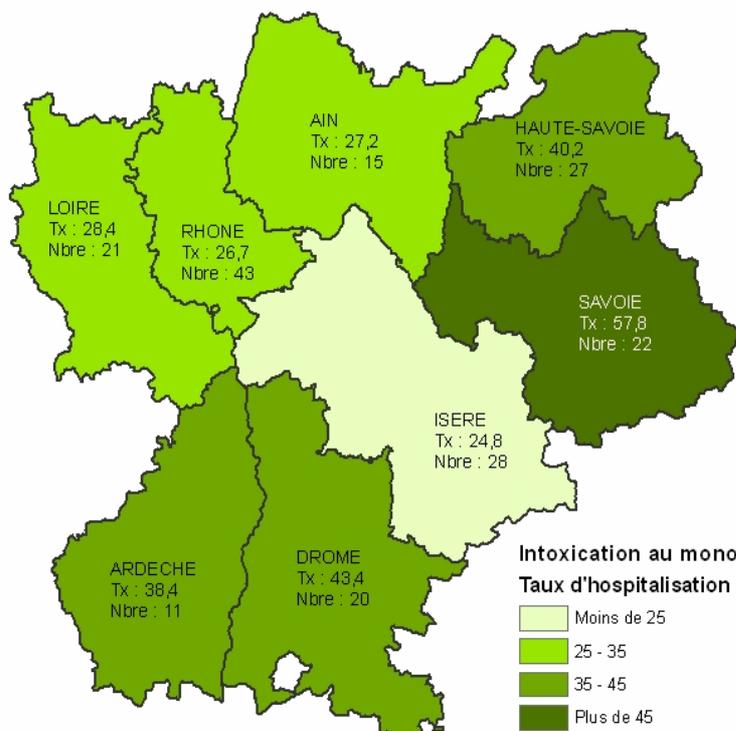
\*\* ne = non évalué

#### 4. Ancienneté des résidences principales en Région Rhône-Alpes en 1999



Source : INSEE RP 1999- Exploitation ORS Rhône-Alpes.

#### 5. Les intoxications oxycarbonées en Région Rhône-Alpes 2002-2004



Tx : Taux moyen annuel (Rhône-Alpes = 32,1)  
Nbre : Nombre moyen annuel de séjours hospitaliers (Rhône-Alpes = 187)  
\* Code T58 de la CIM10

	Taux moyen annuel	Nombre moyen annuel de séjours hospitaliers
Ain	27,2	15
Ardèche	38,4	11
Drôme	43,4	20
Haute Savoie	40,2	27
Isère	24,8	28
Loire	28,4	21
Rhône	26,7	43
Savoie	57,8	22
Rhône-Alpes	32,1	187
France		

Source : PMSI  
Exploitation ORS Rhône-Alpes.

## 6. Le réseau d'alerte et de surveillance des intoxications oxycarbonées Rhône-Alpes Auvergne

Ce réseau fonctionne depuis 1996 sur l'ensemble de la région Rhône-alpes. Il repose sur la déclaration des praticiens hospitaliers des cas d'intoxications oxycarbonées (IOC) aux DDASS (Service santé-environnement) ou aux mairies (Service communal d'hygiène). Les objectifs du réseau visent la prévention de la récurrence d'intoxication d'origine domestique (déclaration à un service d'hygiène public susceptible de réaliser une enquête de vérification de l'installation) et l'évaluation de la situation épidémiologique dans la région.

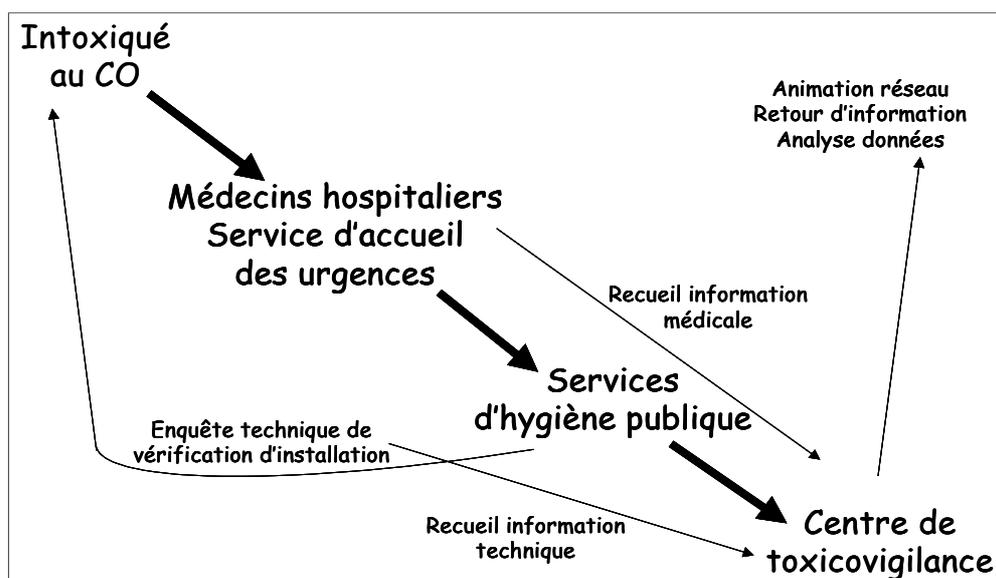
De 1997 à 2004, le réseau a permis de notifier 646 foyers d'intoxication ayant concerné 1 804 victimes (soit environ 230 par an). Le taux moyen d'incidence annuelle pour 100 000 habitants sur la région est d'environ 4,2. Les disparités départementales observées sont en partie liées à la montée en charge progressive du réseau.

### Répartition départementale des foyers et des cas d'intoxication. 1997-2004

	Toutes circonstances		Domestiques	
	Foyers (n)	Cas (n)	Foyers (n)	Cas (n)
Ain	30	122	23	66
Ardèche	10	26	8	23
Drôme	8	20	7	19
Isère	125	257	82	184
Loire	44	103	24	72
Rhône	330	998	179	630
Savoie	66	223	40	139
Haute-Savoie	33	55	18	35
<b>Total</b>	<b>646</b>	<b>1 804</b>	<b>381</b>	<b>1 168</b>

La principale circonstance de survenue d'une IOC est domestique puisqu'elle représente 65 % des IOC (54 % à domicile et 11 % sur lieu public). Les IOC liées à un incendie représentent 21 % des cas et celles survenant sur le lieu de travail 11 %. Parmi les IOC domestiques, un ou plusieurs appareils sont en cause dans 85 % des 381 foyers impliqués. Les appareils de chauffage au gaz raccordés sont devenus le dispositif le plus fréquemment impliqué (32 %), puis les autres chauffages raccordés (22 %), les appareils de chauffage mobile (13 %), les chauffe-eau raccordés (7 %) et les cuisinières (7 %). A noter la sévérité des IOC liées à un appareil de chauffage mobile qui entraîne plus fréquemment un coma ou un décès. Dans près de deux-tiers des cas, l'enquête a montré une installation défectueuse : aération (43 %), évacuation (36 %), entretien (25 %) et installation (12 %).

En termes de gravité, 217 personnes ont nécessité un traitement par séance d'oxygénothérapie hyperbare, 23 personnes ont présenté un coma et 21 sont décédées parmi les 1 168 personnes recensées comme victimes d'une IOC domestique sur 8 années.



Source : Centre de toxicovigilance du CHU de Grenoble - Réseau Rhône-Alpes Auvergne de toxicovigilance - Bilan 1997-2004.

## Glossaire

*Carex (Carcinogen exposure)* : Base de données internationale rassemblant des informations sur l'exposition professionnelle à différents cancérigènes. Elle donne accès à des données spécifiques par pays et par secteur industriel. Les données portent sur 139 cancérigènes évalués par le CIRC.

*Morbidité* : Nombre de personnes souffrant d'une maladie donnée pendant un temps donné, dans une population.

*Résidences principales sans confort* : Résidences appartenant à l'une des catégories suivantes : résidences sans baignoire, ni douche, ni WC à l'intérieur, ou résidences sans baignoire ni douche, avec WC à l'intérieur ou résidences avec une douche ou une baignoire mais sans WC à l'intérieur.

## Quelques ressources et acteurs

### NIVEAU NATIONAL

**L'Agence nationale pour l'aménagement de l'habitat**  
<http://www.anah.fr>

**Le Centre scientifique et technique du bâtiment**  
<http://www.cstb.fr>

**L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur**  
<http://www.air-interieur.org>

**L'Institut de la radioprotection et la sûreté nucléaire**  
<http://www.irsn.org>

**Le Plan national santé environnement**  
<http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/pnse/sommaire.htm>

**L'Institut national de recherche et de sécurité**  
<http://www.inrs.fr>

**L'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé**  
<http://www.inpes.sante.fr>

**Le Ministère de l'équipement, du transport et du logement**  
<http://www.logement.gouv.fr>

**L'Institut de veille sanitaire**  
<http://www.invs.sante.fr>

### NIVEAU REGIONAL

**Les Directions départementales et régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

**Le Centre antipoison et de toxicovigilance de Lyon**  
<http://www.centres-antipoison.net/lyon/index.html>

**Le Centre de toxicovigilance de Grenoble**  
<http://www.centres-antipoison.net/grenoble/index.html>

**Le Plan régional santé-environnement**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/prsp/acrobat/prse.pdf>

**La Cellule d'intervention régionale en épidémiologie**  
<http://rhone-alpes.sant.gouv.fr/sante/liecirei.htm>

**L'Observatoire régional de l'habitat et du logement**  
<http://www.orhl-rhonealpes.org>

**L'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Comité régional Dauphiné - Savoie)**  
<http://www.appa.asso.fr>

## Bibliographie

1. Grimaldi F., Deoux S. «Polluants atmosphériques intérieurs», in Charpin D. L'air et la santé. Flammarion, Coll., Médecine-Sciences, 2004, 305p.
2. Organisation mondiale de la santé (OMS). Pollution de l'air. Aide-mémoire n°187, 2000.

3. Organisation mondiale de la santé (OMS). Pollution de l'air à l'intérieur des habitations et la santé. Aide-mémoire n°292, juin 2005, 4p.
4. Mossant P. Rhône-Alpes, une région jeune et attractive. INSEE Rhône-Alpes, La Lettre-Résultats, juil. 2005, n°40, 4p.
5. Chesnel H. La qualité des logements. L'humidité est le défaut le plus fréquent. Insee Première, juin 2004, n° 971, 4p.
6. Ministère de la Solidarité de la Santé et de la Protection Sociale. Ministère de l'écologie et du développement durable. Ministère de l'emploi du travail et de la cohésion sociale. Ministère Délégué à la Recherche. Plan National Santé Environnement 2004-2008. Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement. SICOM, 2004, 88p.
7. Gauvin S. «Sources intérieures et métrologies associées», in Ebner P., Le Moullec Y., Weill A. Pollution par les particules atmosphériques : état des connaissances et perspectives de recherche. La Documentation Française, Coll. Primequal-Predit, 2005, 280p.
8. Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH). Fiche «Le monoxyde de carbone». Disponible sur <<http://www.anah.fr/tech-frameset.htm>> (consulté en oct. 2005).
9. Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH). Fiche « Les Composés organiques volatils (COV) ». Disponible sur <<http://www.anah.fr/tech-frameset.htm>> (consulté en oct. 2005).
10. Mosqueron L., Kirchner S., Nedellec V. Bilan des études françaises sur la mesure de la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments (1990-2001). Environnement, Risques & Santé, mars - avril 2002, vol. 1, n°1, 31-41.
11. Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH). Fiche « Les peintures au plomb dans l'habitat ancien ». Disponible sur <<http://www.anah.fr/tech-frameset.htm>> (consulté en oct. 2005).
12. Gérin M., Gosselin P., Cordier S. et al. Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Tec & Doc., Edisem, fév. 2003, 1023p.
13. Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH). Fiche « L'amiante ». Disponible sur <<http://www.anah.fr/tech-frameset.htm>> (consulté en oct. 2005).
14. Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (ANAH). Fiche « Les laines minérales ». Disponible sur <<http://www.anah.fr/tech-frameset.htm>> (consulté en oct. 2005).
15. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le Radon. IRSN, Les Livrets de l'IRSN, 2003, 13p.
16. Institut national de radioprotection et de sécurité (INRS). Généralités sur les rayonnements non ionisants jusqu'à 300 GHz. INRS, mai 2005, 4p.
17. Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Fiche « Les moisissures ». Disponible sur <<http://www.air-interieur.org>> (consulté en oct. 2005).
18. Didierlaurent A., Batard T., Andre C. « Allergènes domestiques », in Charpin D. L'air et la santé. Flammarion, Coll. Médecine-Sciences, 2004, 305p.
19. Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Fiche « Les acariens ». Disponible sur <<http://www.air-interieur.org>> (consulté en oct. 2005).
20. Boutin-Forzano S., Charpin D. « Endotoxines », in Charpin D. L'air et la santé. Flammarion, Coll. Médecine-Sciences, 2004, 305p.
21. Momas I., Caillard J.F., Lesaffre B. Plan National Santé Environnement. Rapport de la Commission d'Orientation. La Documentation Française, 2004, 296p.
22. Guilbert P., Gautier A. Baromètre Santé 2005. Premiers Résultats. INPES, mars 2006, 170p.
23. Vincent R., Kauppinen T., Toikkanen J., et al. CAREX. Système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérigènes en Europe. Résultats des estimations pour la France pendant les années 1990-1993. INRS, Cahier de notes documentaires, Hygiène et sécurité du travail, 3<sup>e</sup> trimestre 1999, n°176, 10p.
24. Environmental protection agency (EPA). Respiratory health effects of passive smoking : lung cancer and other disorders. EPA, Office of Research and Development, Washington DC, 1992.
25. Tubiana M. Tabagisme passif : Rapport et vœux de l'Académie nationale de médecine. Bull. Acad. Méd., 1997, 181, n°4-5, séance des 29 avril et 6 mai 1997.
26. Jamrozik K. et al. Estimate of deaths attributable to passive smoking among UK adults : database analysis. BMJ 14, avril 2005, p330-812.
27. International agency of research on cancer (IARC). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Tobacco smoke and involuntary smoking. IARC, Lyon, vol. 83, 2002.
28. Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante. Rapport établi à la demande de la Direction des Relations du Travail et de la Direction Générale de la Santé. INSERM, Expertise collective, 1997, 434p.
29. Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Dossier « Amiante : l'essentiel », juin 2004. Disponible sur <[http://www.inrs.fr/html/amiante\\_1\\_essentiel.html](http://www.inrs.fr/html/amiante_1_essentiel.html)> (consulté en oct. 2005).

30. Rolland P., Gramond C., Berron H., et al. Mésothéliome pleural : professions et secteurs d'activité à risque chez les hommes. InVS, oct. 2005, 4p.
31. Laperrouse P. Panorama de la santé en Rhône-Alpes. Document préparatoire au Plan Régional de Santé Publique. DRASS, les Dossiers de la DRASS, janv. 2005, n°2005-06-D, 27p.
32. Cambou J. Dossier Air Intérieur. Lettre Santé-Environnement, sept.-oct. 2002, n°14, p1-9.
33. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, Ministère délégué à la Santé. Bâtiment et Santé. Les principaux risques sanitaires. Brochure d'information, mars 2002, 20p.
34. Zmirou D. Politiques publiques, pollution atmosphérique et santé : Poursuivre la réduction des risques. ENSP, Coll. Avis et Rapports, 2000, 266p.
35. Leroyer C., Dewitte J.D. «Syndrome des bâtiments malsains», in Charpin D. L'air et la santé. Flammarion, Coll. Médecine-Sciences, 2004, 305p.

Dossiers complémentaires à consulter :

- ◆ L'air
- ◆ Le plomb
- ◆ Les composés organiques volatils
- ◆ Les pollens et l'ambrosie
- ◆ Les rayonnements ionisants
- ◆ Les rayonnements non ionisants

Sont remerciés pour leur précieuse relecture :

- ◆ Nathalie Fouillhé Sam-Laï, Centre de toxicovigilance (CTV) du Centre hospitalier universitaire (CHU) de Grenoble
- ◆ Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes

## Les sols

### Faits marquants

- Ressource non renouvelable, le sol constitue un patrimoine à préserver. La dégradation du sol peut être d'origine chimique (métaux, benzène, solvants chlorés, dioxines, hydrocarbures aromatiques, *etc.*), physique (érosion, désertification, *etc.*) ou biologique (décomposition de l'humus, perte de matière organique, *etc.*).
- La santé des populations peut être affectée par la qualité des sols. L'exposition de la population peut être directe, par ingestion ou inhalation de poussières de sols, ou indirecte, par ingestion d'aliments contaminés.
- La part des effets sanitaires attribuables à la pollution des sols est difficile à évaluer. Elle dépend de la nature des polluants, de l'usage qui est fait des terrains en cause, des caractéristiques du site, des habitudes de la population, *etc.*
- On compte 3 775 sites pollués en France en 2005 dont 544 en Rhône-Alpes (14 %). Rhône-Alpes puis Nord-Pas-de-Calais sont les régions françaises qui recensent le plus grand nombre de sites et sols pollués. Mais tous les sites ne sont pas répertoriés.
- L'évaluation des risques sanitaires liés à la pollution des sols passe par une nécessaire amélioration des connaissances concernant l'exposition des populations.

### Contexte

L'état du sol n'a fait l'objet d'une prise de conscience que depuis les années 90. Principalement base de la ressource alimentaire, le sol était autrefois considéré comme une simple ressource économique. L'homme s'est alors comporté comme si le sol était capable de supporter une pollution infinie. Mais les pressions de plus en plus fortes (surexploitation agricole, pollutions industrielles, enfouissement des déchets, épandage de boues, *etc.*) ont révélé ses limites (rétention des pollutions, capacité d'épuration limitée, de réparation très lente, *etc.*). Ressource non renouvelable, le sol constitue un patrimoine à préserver des dégradations<sup>1</sup>.

Dans le sol, une substance, par l'effet de différents mécanismes (eau de ruissellement, volatilisation, absorption par les plantes, *etc.*), peut devenir mobile et ainsi atteindre l'homme, un écosystème, une ressource en eau, *etc.* Si des voies de transfert et des voies d'exposition de l'homme existent, un impact sur la santé est alors envisageable<sup>2</sup>.

Avec le temps, généralement, les sites pollués sont traités et reconvertis et on peut y trouver des terrains de sport, des logements, des écoles,

d'autres entreprises, *etc.* En Île-de-France, les plus connus sont le Stade de France et la Maison de la radio à Paris, tous deux construits sur d'anciennes usines à gaz<sup>2</sup>. Mais, ces dernières années, différentes préoccupations sanitaires ont émergé suite à des pollutions du sol suspectées d'avoir un impact direct sur la santé. Certaines ont fait l'objet d'investigations épidémiologiques, souvent dans des contextes de crises. On peut citer la décharge de Montchanin en Saône-et-Loire, les rejets de plomb des usines MetalEurop dans le Nord-Pas-de-Calais et en Rhône-Alpes<sup>3,4</sup>.

D'autres études ont concerné les aménagements résidentiels situés en zone urbaine, en lieu et place d'anciens sites industriels, et dont les sols sont pollués. Un exemple récent ayant défrayé la chronique est celui de cas de cancers survenus à l'école Franklin Roosevelt de Vincennes, école construite sur le site des anciennes usines Kodak. Mais l'épidémiologie n'a pas montré de lien avec l'environnement des enfants<sup>5</sup>.

Pour les citoyens français, en 2004, la pollution des sols arrive en cinquième position des préoccupations environnementales<sup>6</sup>.

## Sources d'exposition / Pollution

Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), un site pollué est «un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement». Le problème des sols contaminés est aujourd'hui la conséquence principale d'activités industrielles, de pratiques agricoles, d'anciennes pratiques d'élimination des déchets et du manque de contrôle environnemental qui ont eu lieu dans le passé : épandages, retombées au sol de polluants atmosphériques, décharges, etc.<sup>7</sup>. La dégradation du sol est essentiellement d'origine chimique (métaux, benzène, solvants chlorés, dioxines, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.) mais elle peut être aussi physique ou biologique. Les dégradations physiques reposent sur les processus d'érosion, de désertification, d'imperméabilisation, le phénomène des coulées de boues, etc. [Cf. «Les risques naturels et climatiques»]. Les dégradations biologiques reposent sur la décomposition de l'humus\*, la perte de matière organique, etc. Seule la pollution chimique d'origine industrielle et d'origine agricole sera abordée dans cette fiche [Cf. «Les pratiques agricoles» et «L'activité industrielle»]

Dans le sol, chaque polluant a une dynamique propre. Alors que certains peuvent rester fixés pendant de très longues années, d'autres migrent sous l'effet de différents processus physico-chimiques (infiltration, dissolution, volatilisation, etc.). Devenus mobiles, les polluants peuvent alors atteindre l'homme *via* les ressources en eau et la chaîne alimentaire<sup>8</sup>. La pollution de la nappe phréatique peut même, dans certains cas, (pesticides) devenir particulièrement préoccupante<sup>2</sup>.

### Pollution industrielle

Les sites industriels majeurs ayant pollué les sols sont essentiellement les raffineries, l'industrie métallurgique, les usines chimiques et pharmaceutiques et les usines de production de gaz. Dans certaines circonstances, une pollution radioactive peut être observée. Les principaux polluants issus de l'industrie sont les hydrocarbures, les métaux et les solvants. Ils peuvent perdurer dans les sols des décennies après la cessation des activités polluantes. Les

pollutions vont alors des rejets de grands groupes industriels aux rejets des toutes petites installations artisanales. Un recensement exhaustif de l'ensemble des sites et sols pollués est ainsi assez difficile à réaliser.

### Pollution agricole

Ces dernières années, l'évolution des technologies et des pratiques agricoles (intensification des productions animales et des cultures, concentration dans certaines régions, usage intensif de pesticides, d'engrais, etc.) ont amplifié la contamination des sols et des ressources en eau, superficielles et souterraines. Non absorbés par les végétaux, lessivés par les pluies, entraînés vers les nappes phréatiques et les rivières, bon nombre d'éléments, indésirables contribuent ainsi à la pollution des sols. La « bouillie bordelaise\* » abonde le sol en cuivre, les engrais phosphatés déposent du cadmium, les nitrates ou pesticides ruissellent vers les eaux de surface ou s'infiltrent vers les eaux souterraines<sup>2</sup> [Cf. «Les nitrates» et «Les pesticides»].

De plus, en aval de ces usages existe aussi le problème du compost issu des déchets ménagers, de l'épandage des résidus industriels, celui des boues d'épuration urbaines. Ces dernières sont soit incinérées (15 %), soit mises en décharge (35 %) soit épandues sur terrains agricoles et forestiers (50 %)<sup>10</sup>. Or la plupart de ces boues sont riches en éléments chimiques (azotes et phosphates des lessives), résidus de médicaments, agents pathogènes (bactéries, virus, parasites), etc., et le risque sanitaire consécutif à ces pratiques demande à être évalué [Cf. «Le traitement des déchets»]. Il a été estimé par exemple que près de 10 % des composés azotés, artificiels ou apportés par les lisiers et fumiers, ne serait pas incorporé dans les cultures mais contaminerait la ressource hydrique<sup>2</sup>.

La pollution des sols résulte donc des conséquences cumulées de diverses activités humaines. Elle se caractérise par des difficultés d'identification, par l'hétérogénéité des matières et des sites concernés. Comparée au territoire national, la région Rhône-Alpes comprend 20 % des sites et sols pollués à l'arsenic, 19 % pour le cuivre, 18 % pour les pesticides et 17 % pour le chrome.

## Exposition et effets sur la santé

La santé des populations peut être affectée par la qualité des sols<sup>9</sup>. L'exposition de la population aux sols est directe ou indirecte.

L'exposition est directe quand elle concerne la voie orale, par ingestion de terre ou de poussières mises en suspension et dispersées dans l'environnement, ou la voie de l'inhalation de poussières, de gaz émis, ou encore par contact avec l'eau. Dans l'habitat, les sols contribuent à l'enrichissement des poussières domestiques en polluants par dépôt atmosphérique des particules remises en suspension ou transport *via* les chaussures ou les animaux domestiques. Les poussières adhèrent ensuite aux mains et objets qui peuvent être portés à la bouche<sup>11</sup>. L'ingestion de sols et de poussières est une voie d'exposition importante en cas de contamination des sols au plomb par exemple (lors de comportement de pica chez les enfants notamment) [Cf. «*Le plomb*»]<sup>11</sup>.

L'exposition est indirecte quand elle résulte de l'ingestion d'aliments contaminés (eau de nappes phréatiques, produits laitiers, œufs, viande, fruits et légumes issus d'exploitations agricoles ou des jardins familiaux, *etc.*)<sup>12</sup>. C'est le cas lorsque les légumes proviennent d'un sol pollué ou qu'ils sont irrigués par une eau polluée, ou encore lorsque le bétail ou la volaille jouxtent des usines proches qui rejettent des métaux (plomb, cadmium, *etc.*), des dioxines dans l'air, *etc.*<sup>2</sup>. Ce sont alors généralement des émissions diffuses, non canalisées qui retombent aux alentours des usines.

Les enfants représentent une population particulièrement sensible à la pollution des sols. D'une part, par leur sensibilité biologique, ils sont plus vulnérables à certains neurotoxiques (plomb) mais d'autre part, par leur comportement, ils sont amenés à être plus en contact avec le sol que des adultes. Ainsi un

petit enfant qui suce tout ce qu'il touche ou qui joue au foot sur un terrain chargé de polluants peut ingérer jusqu'à 50 à 100 mg de poussières du sol par jour<sup>2</sup>.

On distingue ainsi des expositions aiguës plutôt rencontrées sur un mode accidentel et des expositions chroniques, sur le long terme. L'impact sanitaire va dépendre de la nature des polluants, de l'usage qui est fait des terrains en cause, des caractéristiques du site et dans le cas d'expositions chroniques, des habitudes de la population, celle-ci pouvant ou non consommer des denrées produites sur place. L'impact peut alors concerner de un à plusieurs milliers de personnes.

Un exemple d'effet sanitaire direct a été la forte prévalence de plombémies supérieures à la norme (cas de saturnisme) observé chez de jeunes enfants vivant à proximité des usines de MetalEurop et Umicore dans le Nord-Pas-de-Calais. L'exposition était alors principalement due au sol et aux poussières contaminés par le plomb, ainsi qu'aux aliments produits localement<sup>12</sup>. En Rhône-Alpes la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) a réalisé, en 1999, une évaluation de l'exposition des enfants au plomb émis par l'usine MetalEurop d'Arnas dans le Rhône<sup>4</sup>. Les données observées sur le site ont montré des plombémies plus fortes que dans l'ensemble de la population d'enfants rhodalpins [Cf. «*Le plomb*»].

Outre le saturnisme, d'autres effets sanitaires sont montrés ou suspectés. On sait que certains contaminants possibles des sols ont des effets cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques reconnus. Pour exemples, le benzène, l'arsenic, le chrome, des solvants chlorés, les hydrocarbures aromatiques polycycliques. D'autres effets, sur le système immunitaire, la fonction rénale, *etc.* sont suspectés<sup>12</sup>.

## Aspects réglementaires

Il n'existe pas de réglementation spécifique concernant les sites et sols pollués. La gestion des sites et sols pollués relève de la législation sur les déchets et sur les Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : loi n°75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération

des matériaux, loi n°76-663 du 19 juillet 1976 sur les ICPE et loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 sur la prévention des risques naturels ou technologiques (Seveso) [Cf. «*L'activité industrielle*», «*Le traitement des déchets*», «*Les risques naturels et climatiques*»].

Plusieurs circulaires nationales précisent toutefois la démarche à appliquer. Elles définissent la politique à adopter, les procédures administratives et juridiques concernant les responsabilités, les modalités de réalisation de diagnostic d'examen de sites (diagnostics initiaux, diagnostics approfondis, évaluations simplifiées des risques, évaluations détaillées des risques, *etc.*).

A titre d'illustrations :

- Circulaire du 3 décembre 1993 relative à la politique de réhabilitation et de traitement des sites et sols pollués. Trois axes d'action sont proposés : prévenir, recenser et traiter ;
- Circulaire du 10 décembre 1999 relative aux sites et sols pollués et aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation ;
- Circulaires du 3 et 18 avril 1996 relatives aux sites et sols pollués et à la réalisation de diagnostics initiaux et de l'évaluation simplifiée des risques sur les sites industriels en activité ;

- Circulaire du 11 mars 1999 relative à la réhabilitation des sites pollués en cas de défaillance des responsables.

Elle fixe les éléments permettant au ministère en charge de l'environnement de décider de l'intervention de l'ADEME (situation financière de l'entreprise, valeur foncière du terrain, état des actions engagées et montants consignés, coût des travaux envisagés, *etc.*).

- Circulaire du 17 janvier 2003 relative aux évaluations des risques pour la santé en matière de sites et sols pollués par des ICPE.

Concernant les pratiques agricoles polluantes, diverses normes sur l'émission de substances toxiques ou l'épandage des boues ont été mises en places [Cf. «*Les nitrates*», «*Le plomb*», «*Les pesticides*», «*Les pratiques agricoles*», «*Le traitement des déchets*»].

## Gestion des risques

En France, le ministère chargé de l'environnement a fait effectuer en 1994 un premier inventaire des sites et sols pollués. Seuls ont été recensés les terrains ayant fait l'objet d'une exploration approfondie<sup>2</sup>. Poursuivi en 1996, ce travail a fait passer le nombre de sites inventoriés de 669 à 896<sup>7</sup>. Malgré tout, la réalité montre que ce recensement est apparu très incomplet. En effet, ce sont sans doute des dizaines de milliers de sites qui sont concernés, comprenant entre autres les quelques 10 000 actuelles ou anciennes décharges brutes d'ordures ménagères<sup>7</sup>.

Une base de données nationale, BASIAS (Base des anciens sites industriels et activités de service) qui recense l'ensemble des anciens sites industriels et activités de service, existants avant 1976 a alors été créée. Elle est gérée par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) [Cf. «*L'activité industrielle*»]. Au 1er mars 2006, pour la région Rhône-Alpes, BASIAS comptait 1 895 sites répartis en 586 sites dans le Rhône, 651 dans la Loire, 210 en Haute-Savoie, 134 dans l'Isère, 120 dans la Drôme, 98 dans l'Ain, 55 en Ardèche et 41 en Savoie.

Ces sites appartiennent la plupart du temps à de grands groupes industriels qui ont les moyens de diagnostiquer la pollution puis de la traiter. Le repérage d'installations polluantes plus petites est par contre plus difficile. Elles sont souvent trop nombreuses et trop variées : du petit artisan qui travaille les métaux ferreux à la station-service qui fuit, ce sont des centaines de milliers de sites sur lesquels des activités polluantes ont été exercées<sup>2</sup>. En 2000, un rapport de l'Académie des sciences estimait à plus de 200 000 sites en France, petits ou grands, contaminés par des hydrocarbures, dont près de 24 000 anciennes stations service<sup>9</sup>.

Parfois ces sites sont en friche et leurs propriétaires ont disparu. On parle alors de «sites orphelins\*». La mise en place, depuis 1995, d'une taxe générale sur les industries polluantes (TGAP) émettant des déchets industriels dangereux permet de financer la dépollution de certains de ces sites orphelins. Taxe collectée par l'État, une partie est reversée à l'Ademe qui finance la dépollution de sites orphelins<sup>2</sup>. En 1996, elle a permis d'utiliser 202 millions de francs pour la réhabilitation de sites pollués<sup>7</sup>. Parallèlement, une politique de gestion et de traitement des déchets, tant ménagers

qu'industriels, a été rendue beaucoup plus sélective vis-à-vis des déchets dangereux<sup>12</sup>.

Les sites, pollués ou à forte présomption de contamination, nécessitent des diagnostics pour connaître les risques qu'ils peuvent représenter, les maîtriser et, si besoin, les surveiller. Cette démarche incombe au responsable du site et aux services de l'État (inspection des installations classées notamment). Les actions ainsi menées sont reportées dans un tableau de bord dénommé BASOL (base de données sur les sites et sols pollués), disponible sur le site Internet du ministère chargé de l'environnement.

En 2005, cette base comptait 3 775 sites pollués en France dont 544 en Rhône-Alpes.

Actuellement, l'évaluation des risques potentiels définie par le ministère repose sur une démarche en plusieurs étapes :

- Une étude historique du site (succession des activités, anciens procédés et substances mises en œuvre, pollutions accidentelles passées, *etc.*) et sa visite ;
- Un diagnostic initial et une évaluation simplifiée des risques (ESR) qui consistent en une étude des sols qui vise à rassembler les éléments disponibles sur le milieu (géologie et hydrogéologie) et sa sensibilité (qualité des eaux, des sols, recensement des captages et des autres usages, *etc.*). Il a pour but également de préciser la nature de la pollution (analyses d'échantillons d'eau de surface, d'eaux souterraines, prélèvements et analyses de sols).

L'ensemble des informations rassemblées permet alors<sup>8</sup> :

- D'établir un schéma conceptuel qui représente l'ensemble des sources, des modes de transfert et des scénarios d'exposition susceptibles d'intervenir sur la zone considérée ;
- D'effectuer la cotation du site déterminant son classement dans l'une des trois catégories suivantes :
  - *Classe 3* : les sites ne nécessitant pas d'autres investigations pour les conditions d'usage et d'environnement pour lesquels les évaluations ont été réalisées ;
  - *Classe 2* : les sites à surveiller ;

- *Classe 1*: les sites nécessitant des investigations approfondies (mise en place de diagnostic approfondi et d'évaluation détaillée des risques (EDR)).

Pour réaliser ces diagnostics, des guides méthodologiques sont mis en place par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS). En parallèle, le ministère en charge de l'environnement a aussi établi différents guides pour la gestion des sites et sols pollués en 2004 : guide méthodologique sur la gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives, guide pour la mise en œuvre des servitudes applicables aux sites et sols pollués, guide méthodologique pour la mise en place de forages pour évaluer la qualité de l'eau souterraine au droit d'un site pollué, *etc.*

Pour les pratiques agricoles polluantes, ce sont diverses politiques de gestion des risques qui sont mises en place et elles ne seront pas traitées spécifiquement ici [*Cf. «Les nitrates», «Les pesticides», «Les pratiques agricoles», et «Le traitement des déchets»*].

Au niveau sanitaire, un site devient préoccupant lorsqu'un diagnostic initial a révélé une contamination, lorsque des éléments d'évaluation de l'exposition ou de risque sont disponibles, voire lorsqu'un agrégat de cas pathologiques est suspecté au voisinage du site. Il peut arriver qu'une inquiétude de la population, sans nécessairement de fondement autre que la connaissance du caractère polluant de l'activité, constitue un élément déclenchant. Diverses approches sanitaires visant à apprécier la nature et la réalité du risque, et à déterminer les conduites à tenir en termes de prévention ou de prise en charge sanitaire de la population sont envisageables : études épidémiologiques, démarche d'évaluation des risques, dépistage ou suivi sanitaire des populations. La part des effets sanitaires imputables à la pollution des sols reste cependant difficile à évaluer. Les difficultés méthodologiques rendent en général infaisables des études épidémiologiques. La démarche d'évaluation des risques sanitaires a fait ses preuves dans de nombreux domaines de la santé environnementale. Elle pâtit, dans le cas des sols, de la difficulté d'estimer

suffisamment précisément l'exposition des populations (voies d'exposition, quantification des doses reçues, fréquentation du site par chaque individu, *etc.*). Malgré tout, elle permet d'objectiver une situation et de prendre des mesures de gestion. A cette difficulté s'ajoutent *en sus* de nombreuses incertitudes. Les données sur les niveaux de pollution des sols (concentration), les modalités de transfert des polluants à travers la chaîne alimentaire, leur évolution chimique, les possibles interactions entre eux restent à ce jour assez méconnus.

Si la dimension environnementale des sols pollués est aujourd'hui assez bien maîtrisée (recensement des sites et sols pollués, identification de la nature des polluants), c'est dans la dimension sanitaire que des efforts méritent désormais d'être déployés et notamment dans l'évaluation de l'exposition des populations, préalable indispensable à l'évaluation des risques. Mais la problématique des sols n'apparaît pas comme une priorité en santé publique. Elle n'est souvent prise en compte qu'à travers l'identification des activités de sites industriels et apparaît alors en complément, en santé-environnementale, des émissions aériennes industrielles.

## Indicateurs & annexes

### Pollution des sols

#### ► Les principales dégradations des sols

Problèmes	Origines	Conséquences
Dégradation physique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificialisation - Imperméabilisation</li> <li>• Désertification</li> <li>• Compaction - tassement</li> <li>• Érosion</li> </ul>	Pertes en récoltes et terres agricoles, pertes des fonctionnalités épuratrices, baisse de productivité agricole, pollution des cours d'eau, modification de l'hydraulique.
Dégradation chimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidification</li> <li>• Contaminations d'origine industrielle ou agricole (pesticides, métaux, etc.)</li> <li>• Salinisation</li> </ul>	Modification des fonctionnalités du sol et remobilisation des métaux, pollutions des eaux de surface et des aquifères, stérilisation des sols, risques pour la santé humaine, toxicité du sol et de ses produits, pertes en terres agricoles.
Dégradation biologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de matière organique</li> <li>• Dégradation de l'humus</li> <li>• Perte de la biodiversité</li> </ul>	Perte de biodiversité, aggravation des dégradations chimiques et physiques, flux de gaz à effet de serre.

Source : Ifen, d'après Robert M., « Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement ». Masson, 1996, 244p. et Commission d'Orientation du PNSE<sup>11</sup>.

#### ► Nombre de sites et sols pollués en Rhône-Alpes en 2005

Sites et sols pollués	Ain	Ardèche	Drôme	Isère	Loire	Rhône	Savoie	Haute Savoie	Rhône Alpes	France	Part région (%)
Sites mis en sécurité ou devant faire l'objet d'un diagnostic	0	1	0	1	2	4	3	1	12	98	12,2
Sites en cours d'évaluation	23	2	12	51	32	54	17	10	201	1361	14,8
Sites en cours de travaux	0	0	1	4	1	4	1	0	11	94	11,7
Sites traités avec surveillance et/ou restriction d'usage	14	8	22	43	34	87	49	20	277	1905	14,5
Sites traités et libre de toute restriction	4	0	4	11	1	16	5	2	43	317	13,6
Sites pollués total	41	11	39	110	70	165	75	33	544	3775	14,4

Source : Ministère de l'Écologie et du développement durable, Base de données Basol (mise à jour de décembre 2005). Exploitation ORS Rhône-Alpes.

On compte, dans le recensement récent, 3 775 sites pollués en France en 2005 dont 544 en Rhône-Alpes (soit 14 %).

A l'échelle régionale, c'est le Rhône qui concentre le plus grand nombre de sites et sols pollués (30 %) suivi par l'Isère (20 %), la Savoie (14 %) et la Loire (13 %).

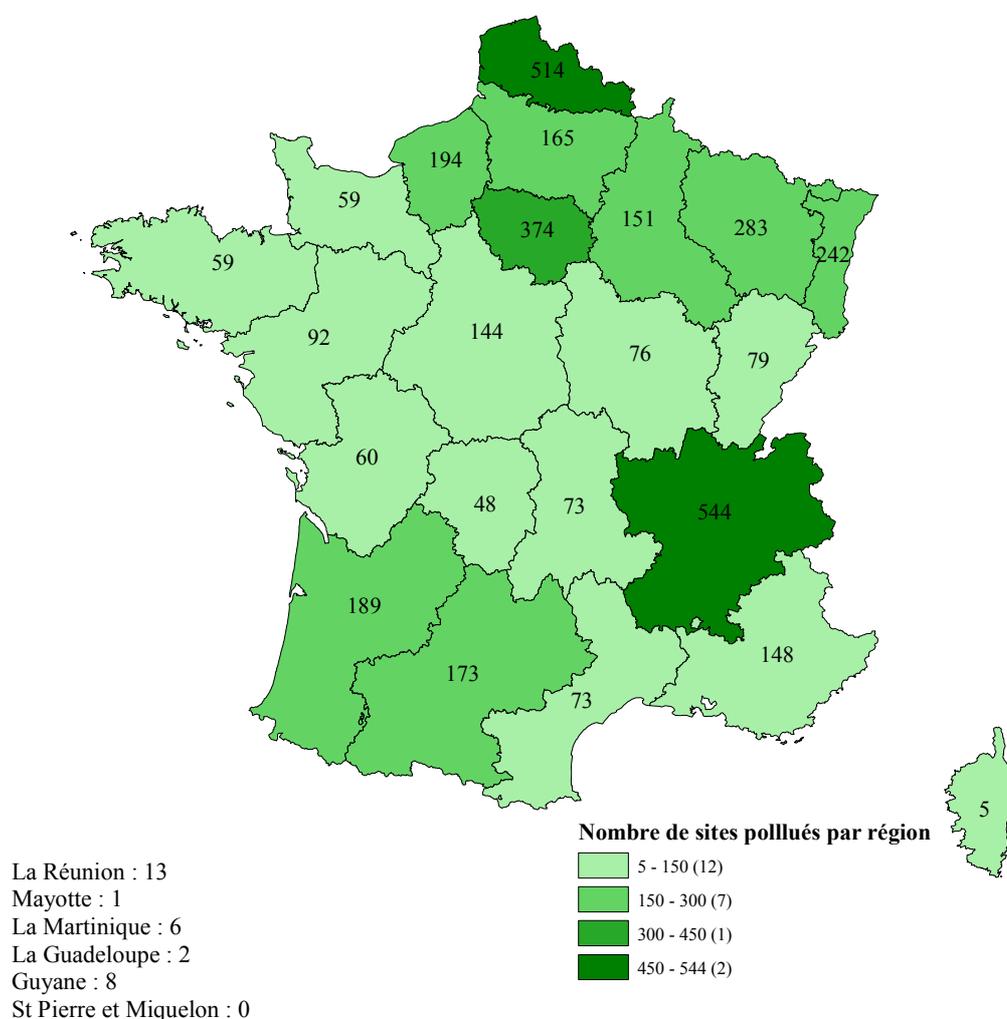
► Nombre de sites et sols pollués par nature de polluants en 2005

	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Mercure (Hg)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Hydrocarbures	HAP	Pesticides
Rhône-Alpes	89	34	95	98	26	56	85	45	225	81	9
France	439	229	553	521	156	355	654	392	1495	645	49
Part région (%)	20,3	14,8	17,2	18,8	16,7	15,8	13,0	11,5	15,1	12,6	18,4

Source : Ministère de l'Écologie et du développement durable, Base de données Basol (mise à jour de décembre 2005).  
Exploitation ORS Rhône-Alpes.

La région contribue à une part non négligeable de sites et sols pollués par les métaux. Les plus fortes contributions sont observées pour l'arsenic, le cuivre et les pesticides.

► Carte des sites pollués inventoriés par région



Source : Ministère de l'Écologie et du développement durable, Basol (mise à jour de décembre 2005)  
Exploitation ORS Rhône-Alpes

La France métropolitaine compte 3 745 sites et sols pollués. Les régions Rhône-Alpes puis Nord-Pas-de-Calais sont les régions françaises qui en recensent le plus grand nombre.

## ► Liste des sites et sols pollués en cours de travaux en Rhône-Alpes

Localisation	Identification	Description
26—Romans	Tannerie Robert	La parcelle immobilière concernée, d'une superficie de 12 000 m <sup>2</sup> est une friche industrielle située au cœur de la ville de Romans. Elle a été le siège d'une activité de tannerie exercée de 1897 à 1998 par des sociétés successives. A partir de 1931, les Tanneries Robert libèrent certaines parcelles du site où d'autres activités industrielles s'installent (transformation de vinyle, imprimerie, dépôt, etc). En 1998 le dernier bâtiment du site ferme avec cessation de la dernière activité de Tannerie.
38—Crolles	EUROMAG	Le site dont le dernier exploitant est la société EUROMAG n'est plus exploité depuis fin 2001. Le propriétaire du site est la société UGIMAG, société qui a exploité jusqu'au 30/06/2001 les mêmes activités. Aucune personne n'est présente sur le site qui est clôturé. Seuls les bâtiments à l'intérieur desquels du matériel subsiste encore ont été conservés.
38—Grenoble	Minitubes	Le site se situe en zone urbaine résidentielle. Il occupe une surface de 6000 m <sup>2</sup> . L'établissement exerçait une activité de fabrication de tubes haute précision et de micro-assemblage. Dans le cadre de sa cessation d'activité, l'exploitant a déposé en Préfecture en date du 26 juillet 2002, un dossier de cessation d'activité accompagné d'une Évaluation Simplifiée des Risques réalisée suivant le guide méthodologique élaboré par le Ministère de l'Environnement et le BRGM en matière de gestion des sites et sols pollués.
38—Grenoble	ZAC Vigny Musset Ilot G	Dans le cadre de la réhabilitation de la ZAC Vigny Musset, la ville de Grenoble a racheté des terrains anciennement industrialisés afin de les aménager en résidences ou maison de retraite.
38—Sablons	SIRA	La société est située à Sablons, à environ 30 km au Sud de Vienne. La Société fabrique des poteaux en bois, auxquels elle fait subir un traitement d'imprégnation au Cuivre, Chrome et Arsenic. Cette société était installée sur une plate-forme industrielle constituée sur l'ancienne rotonde de la gare de St- Rambert d'Albons depuis 1978. La société SIRA a été autorisée par arrêté préfectoral du 28/9/1994 à transférer son activité sur un terrain voisin.
42—Chavanay	Parking RN86	Dans le cadre des études de vulnérabilité de la ressource en eau potable du syndicat Rhône-Pilat effectuées par le Cabinet Horizon en 1999 et 2000, un foyer de pollution en tétrachloroéthylène a été mis en évidence sous le parking de la route nationale 86 au lieu-dit "Verlieux" sur la commune de Chavanay.
69—Colombier Saugnieu	GALYS	La société GALYS entrepose et distribue des carburants pour l'aviation
69—Lyon 2ème	Site de l'ancienne usine à gaz Lyon Perrache	Le terrain, situé au cœur de l'agglomération à environ 2 km au nord du confluent du Rhône et de la Saône d'une superficie d'environ 6 hectares, a accueilli de 1833 à 1954 une usine fabriquant du gaz à partir de la distillation de la houille. Les installations de l'usine ont été démolies dans les années 60, après l'arrêt de la production. Le site est actuellement concerné par le projet d'aménagement de Lyon-Confluence
69—Lyon 3ème	STIR	La société STIR est un ancien site industriel dont l'activité principale était la teinture et l'ennoblissement des tissus pour l'habillement autorisée par arrêté préfectoral du 19/11/1987. Les activités visées dans cet arrêté étaient : blanchiment de tissus par les hypochlorites, installation de combustion, dépôt aérien de liquides inflammables, teintures de matières textiles.
69—Saint Genis Laval	ERTOL (ex-MERLE ex-OXAL)	La société ERTOL a succédé aux sociétés MERLE puis OXAL pour l'exploitation d'installation de traitements de surfaces et d'application de peinture. Ces activités sont autorisées par arrêté préfectoral du 26/02/1986 modifié en dernier lieu le 03/06/1997.
73—Albertville	Décharge de l'usine Aluminium Péchiney	Cette décharge interne de 2,5 hectares, a été exploitée entre 1981 et 1997. Elle est située sur la rive gauche de l'Arly, dans le prolongement de l'usine. L'étude historique menée en 1998 montre qu'elle a reçu environ 35 000 tonnes de déchets : brasques, déchets industriels banals, boues de décantation. La hauteur du dépôt peut atteindre 5m.

Source : Ministère de l'Écologie et du développement durable, Basol (mise à jour de décembre 2005)

Pour la région Rhône-Alpes, la base de données BASOL comprend 544 sites et sols pollués répartis en : 11 sites en cours de travaux (mentionnés ci-dessus à titre illustratif), 12 sites mis en sécurité ou devant faire l'objet d'un diagnostic, 201 sites en cours d'évaluation, 277 sites traités avec surveillance et/ou restriction d'usage et 43 sites traités et libres de toute restriction.

## Glossaire

**Bouillie bordelaise** : Fongicide polyvalent à base de cuivre. C'est une recette traditionnelle qui est composée de sulfate de cuivre (20 %) additionné à de la chaux. Le mélange est remarquable par sa couleur bleu turquoise. A l'origine, elle a été très largement utilisée pour protéger les vignobles de l'attaque du Mildiou.

**Humus** : Fraction des matières organiques qui reste dans le sol ou à sa surface après décomposition de la plus grande partie des débris végétaux et animaux incorporés dans le sol.

**Site pollué** : Appellation utilisée pour désigner un site (industriel ou non) qui, du fait de dépôts de matières polluantes ou de l'imprégnation du sol par des matières polluantes, a des conséquences sur l'environnement ou la santé des populations. Si aucun responsable solvable n'est identifié, on parle de site pollué orphelin.

## Quelques ressources et acteurs

### NIVEAU NATIONAL

**Le Ministère de l'écologie et du développement durable**

<http://www.ecologie.gouv.fr> et  
<http://www.sitespollues.ecologie.gouv.fr>

**La Base de données BASOL (inventaire des sols pollués)**

<http://basol.environnement.gouv.fr>

**Le Bureau de recherches géologiques et minières**

<http://www.brgm.fr>

**La Base de données BASIAS (inventaire d'anciens sites industriels et activités de service)**

<http://basias.brgm.fr>

**Le Groupement d'intérêt scientifique sol**

<http://gissol.orleans.inra.fr/index.php>

**L'Institut national de recherche agronomique et accès à l'Association française pour l'étude des sols**

<http://www.inra.fr>

**L'Institut national de l'environnement industriel et des risques**

<http://www.ineris.fr>

**L'Institut national de recherche et de sécurité**

<http://www.inrs.fr>

**L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie**

<http://www.ademe.fr>

**L'Institut français de l'environnement**

<http://www.ifen.fr>

**L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs**

<http://www.andra.fr/sommaire.php3>

**Le Plan national santé environnement**

<http://www.sante.gouv.fr/html/dossiers/pnse/sommaire.htm>

### NIVEAU REGIONAL

**La Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement de Rhône-Alpes**

<http://www.rhone-alpes.drيره.gouv.fr>

**La Direction régionale de l'environnement de Rhône-Alpes**

<http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr>

**Le Secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles et des risques dans l'agglomération lyonnaise**

<http://www.lyon-spiral.org>

**Les Directions départementales et régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes**

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

**Le Plan régional santé-environnement**

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/prsp/acrobat/prse.pdf>

**La Cellule d'intervention régionale en épidémiologie**

<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/liecirei.htm>

**Le Centre d'études techniques d'équipement de Lyon**

<http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr>

**L'Association pour la promotion des éco-entreprises lyonnaises**

<http://www.eco-entreprises-appel.com/site/index.htm>

## Bibliographie

1. Institut français de l'environnement (IFEN). Le sol, un patrimoine à ménager. Les Données de l'environnement. Juil.1998, n° 38, 4p.
2. Zmirou D., Bard D., Dab W. et *al.* Quels risques pour notre santé ? Syros, 2000, 335p.
3. Zmirou D. Incertitude, expertise, et décisions : les leçons de la décharge de Montchanin. Revue d'épidémiologie et de santé publique, 1995, 43, 6, p548-93.
4. Cellule interrégionale d'épidémiologie Rhône-Alpes-Auvergne (CIRE). Évaluation de l'exposition des enfants au plomb émis par l'usine Metaleurop à Arnas (Rhône). CIRE, nov. 1999, 76p.
5. Quénéel P. Analyse d'un agrégat de cas de cancers dans l'école Franklin Roosevelt de Vincennes. Synthèse du rapport final des investigations épidémiologiques. Institut de veille sanitaire (InVS), juin 2002, 12p.
6. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). La perception des situations à risque par les Français. Baromètre 2004. Disponible sur <<http://www.irsn.org/>> (consulté en oct. 2005).
7. Gérin M., Gosselin P., Cordier S. et *al.* Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Éditions Tec & Doc, Edisem, fév. 2003, 1023p.
8. DRIRE (Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement) de Rhône-Alpes. Le Bilan de l' environnement industriel en Rhône-Alpes. Édition 2002. Disponible sur <[www.rhone-alpes.drire.gouv.fr](http://www.rhone-alpes.drire.gouv.fr)> (consulté en octobre 2005).
9. Colin F. Académie des sciences. Pollution localisée des sols et sous-sols par les hydrocarbures et par les solvants chlorés. Mars 2000, rapport n°44, éditions Tec & Doc, Lavoisier.
10. CSHPF (Conseil supérieur d'hygiène publique de France). Section des eaux. Risques sanitaires liés aux boues d'épuration des eaux usées urbaines. Ministère du travail et des affaires sociales. Direction générale de la santé. Éditions TEC&DOC, 1998.
11. Glorennec P. Explicitation et réduction de l'incertitude liée à l'ingestion de sol en évaluation des expositions environnementales. Environnement, risques & santé. 4, juil.-août 2005, 4, p258-62.
12. Momas I., Caillard J.F., Lesaffre B. Plan National Santé Environnement. Rapport de la Commission d'Orientation. La Documentation Française, 2004, 296p.

### Dossiers complémentaires à consulter :

- ◆ Les risques naturels et climatiques
- ◆ L'activité industrielle
- ◆ Les pratiques agricoles
- ◆ Les nitrates
- ◆ Les pesticides
- ◆ Le traitement des déchets
- ◆ Les rayonnements ionisants et le radon
- ◆ Le plomb

### Sont remerciés pour leur précieuse relecture :

- ◆ Christophe Heyman, Cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE) Nord Picardie
- ◆ Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes

# L'alimentation

## Faits marquants

- Dans les pays industrialisés, l'alimentation est aujourd'hui abondante et diversifiée.
- L'exigence des consommateurs est que les aliments doivent être sans danger pour la santé. Or, qu'ils soient de nature végétale ou animale, les aliments ne sont pas à l'abri de contaminations d'origine environnementale. Un grand nombre de polluants provenant de l'air, de l'eau ou des sols, peuvent se retrouver dans les plantes et dans les produits animaux, et exercer un impact sur la santé humaine à travers la voie digestive.
- Les contaminants environnementaux sont de nature biologique, chimique ou physique.
- L'impact sur la santé de la contamination alimentaire dépend essentiellement de la toxicité du contaminant, de sa quantité présente dans l'aliment et de la quantité d'aliment ingérée.
- Les effets sanitaires principaux sont l'intoxication alimentaire, les allergies alimentaires, et selon la toxicité spécifique des produits, des risques de mutagenèse, cancérogenèse, tératogenèse, immunotoxicité, effets sur le comportement et effets sur la mémoire. La gravité est variable. Alors que certains accidents alimentaires sont bénins, entraînant seulement vomissements, diarrhées et nausées, d'autres, plus rares, peuvent conduire à la mort (botulisme, listériose, certaines salmonelloses, *etc.*).
- Les mesures de gestion du risque alimentaire sont complexes du fait du nombre de molécules en cause. Elles reposent sur la mise en place d'évaluations de risques et d'analyses, molécule par molécule ou agent par agent, à travers l'expérimentation animale ou l'épidémiologie. A ce jour, le respect des seuils réglementaires et le non manquement de mesures d'hygiène élémentaires permettent d'assurer l'innocuité de la majorité des aliments.

## Contexte

L'alimentation est aujourd'hui beaucoup plus abondante et diversifiée qu'il y a 50 ans<sup>1</sup>. Les aliments proviennent de l'environnement immédiat mais aussi, et de plus en plus, de pays divers<sup>2</sup>. L'exigence est que les aliments doivent être sans danger pour la santé. Or, qu'ils soient de nature végétale ou animale, les aliments ne sont pas à l'abri de contaminations d'origine environnementale. En effet, un grand nombre de polluants biologiques, chimiques ou physiques, provenant de l'air, de l'eau ou des sols, peuvent se retrouver dans les plantes et dans les produits animaux, et exercer un impact sur la santé. Des contaminations non environnementales sont aussi possibles. Elles surviennent alors plutôt lors des processus de préparation, lavage, fabrication, élaboration, transformation,

nettoyage, stockage, distribution et consommation des aliments. Entrent par exemple dans cette dernière catégorie les organismes génétiquement modifiés (OGM), les additifs alimentaires, les résidus de médicaments vétérinaires, les matériaux entrant au contact des denrées alimentaires, les résidus de pesticides, *etc.*<sup>1</sup>.

En 2004, le plan national santé-environnement (PNSE) prend en compte le risque alimentaire mais pas dans sa globalité puisqu'il ne rassemble que les aspects sanitaires des aliments, en lien direct avec des facteurs environnementaux<sup>3</sup>. La sécurité sanitaire des aliments et toutes ses étapes, de la production à la consommation, n'y est pas traitée. Il en est fait de même au sein de ce document.

## Sources d'exposition / Pollution

Si certains polluants environnementaux sont d'origine quasi-naturelle (radioactivité, métaux présents dans les sols, *etc.*), d'autres sont des créations directes de l'homme (pesticides, engrais, *etc.*) dont la dispersion dans l'environnement se fait à partir d'émissions industrielles, de gaz d'échappement de véhicules, de stockage ou d'épandages, *etc.* Parmi les contaminants alimentaires, on différencie alors généralement des composés chimiques, biologiques et physiques.

### La contamination chimique des aliments

Les contaminants d'origine chimique sont très variés. Il peut s'agir de métaux (mercure, plomb, cadmium, arsenic, chrome, *etc.*), d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, d'engrais, de pesticides, d'effluents domestiques, *etc.* qui contaminent les différents milieux [Cf. «L'eau», «L'air», «Les sols», «Le plomb», «Les pesticides», «Les nitrates»]. Les sources de pollution peuvent être multiples : émissions industrielles, pratiques agricoles, traitement des déchets, *etc.* [Cf. «L'activité industrielle», «Les pratiques agricoles», «Le traitement des déchets »]. Certains aliments sont plus chargés que d'autres en éléments chimiques. Par exemple, pour les métaux lourds, les rognons et moules concentrent le plomb, les moules et huîtres le cadmium, les poissons le mercure. Le vin et, dans certaines conditions, l'eau de distribution publique sont les boissons les plus chargées en plomb. L'essentiel du cadmium ingéré provient de végétaux à feuillage vert, salade, chou, épinard et dans une moindre mesure des céréales, pommes de terre et rognons. La contamination peut avoir lieu sur le long ou sur le court terme. Sur le long terme, elle survient plutôt à faible dose, résultant d'une diffusion graduelle des produits chimiques de l'environnement. Sur le court terme, elle résulte plutôt d'une application directe, généralement accidentelle, à de fortes concentrations<sup>2</sup>. On peut ainsi trouver des résidus de pesticides dans les fruits et légumes, des dioxines dans le lait de vaches, des métaux dans les eaux de boisson, *etc.* La notion de chaîne alimentaire devient alors primordiale pour la compréhension d'éventuels effets sur la santé humaine.

### La contamination biologique des aliments

Elle survient lorsque des microorganismes (bactéries, virus, parasites) sont présents dans les aliments. Ces organismes peuvent être naturellement présents dans les denrées alimentaires sans présenter aucun danger. En revanche, leur multiplication de manière anormale à des concentrations ne garantissant plus l'innocuité des denrées peut être occasionnée par des facteurs environnementaux extérieurs : rupture de la chaîne du chaud ou du froid, non respect des règles d'hygiène élémentaire, cuisson insuffisante, *etc.*

Dans les pays industrialisés, les principales bactéries à l'origine d'infections sont les salmonelles (principalement *Salmonella typhimurium et enteridis*), la *Listeria*, les staphylocoques (*Staphylococcus aureus*), la toxine botulique (*Clostridium botulinum*), *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* et *Campylobacter jejuni*<sup>2,4</sup>.

Pour les salmonelles, l'homme s'intoxique par la consommation d'aliments contaminés d'origine animale, consommés crus ou peu cuits (viande, œufs ou lait) et plus rarement par celle de fruits frais ou de légumes crus, contaminés par des fèces animales. L'homme (malade ou porteur) est également une source potentielle. La transmission interhumaine, liée à des défaillances des mesures d'hygiène, n'est pas rare, et surtout observée dans les établissements d'accueil (crèches, écoles, maisons de retraite, *etc.*). Les aliments les plus souvent contaminés sont les viandes fraîches (steaks hachés), les plats cuisinés, les charcuteries, les volailles, les œufs ou préparations à base d'œufs, les produits laitiers, les poissons et fruits de mer<sup>1</sup>.

La listériose se transmet essentiellement par ingestion d'aliments contaminés. Les principaux aliments susceptibles d'être contaminés sont la charcuterie, les poissons marinés, les fruits de mer, les graines germées réfrigérées et les fromages à pâte molle ou au lait cru. La listériose est une infection rare qui touche 200 à 300 cas par an en France, soit une incidence annuelle de 3 à 4 cas pour un million d'habitants<sup>5</sup>.

Les aliments porteurs du staphylocoque doré sont généralement les viandes, la volaille, les œufs, le lait, les produits laitiers, les salades de thon, de poulet, d'œufs, de pomme de terre, de macaroni et les pâtisseries à la crème.

Ceux susceptibles d'être contaminés par la toxine botulique sont les salaisons, charcuteries et conserves d'origine familiale ou artisanale. En France, depuis 1991, l'incidence moyenne annuelle du botulisme est de 0,5 pour un million d'habitants (200 foyers totalisant 304 cas entre 1991 et 2003). Les décès sont rares.

Les bactéries *Campylobacter* sont retrouvées dans la viande de volaille, le porc et le lait ; La bactérie *Escherichia coli* est présente essentiellement dans les produits d'origine bovine.

En ce qui concerne les infections virales, le norovirus\* est le plus fréquent. Les virus de l'hépatite A et E sont également susceptibles de contaminer l'alimentation. Les virus peuvent survivre plusieurs semaines dans les eaux contaminées par des égouts par exemple, les coquillages pouvant alors être des agents de transmission<sup>2</sup>.

Quant aux infections parasitaires, la plus préoccupante est la toxoplasmose due au parasite *Toxoplasma gondii*. Ce parasite atteint les animaux notamment les oiseaux, les chats, les moutons, les chèvres, les porcs, le bétail et la volaille. Ce sont le plus souvent les chats qui transmettent le parasite aux humains. La maladie est contractée en mangeant de la viande de mouton, de porc ou de bœuf qui n'est pas assez cuite, en buvant du lait non pasteurisé qui

renferme le parasite ou encore en touchant de la viande crue ou des animaux contaminés, en étant exposé à des aliments, de l'eau ou de l'air contaminés par des selles de félins.

D'autres intoxications dues à des vers tels que les helminthes, les ténias du porc, du bœuf, *etc.* ont pratiquement disparu désormais.

Enfin, citons les risques liés aux prions\* qui sont des formes de protéines du tissu cérébral qui ont été à l'origine de la maladie de la «vache folle» (encéphalopathie spongiforme bovine) et du nouveau variant de la maladie de Creutzfeld-Jacob chez l'homme.

### La contamination physique des aliments

Des radioéléments peuvent être présents, de manière naturelle ou artificielle, dans l'eau et les denrées alimentaires [Cf. « *Les rayonnements ionisants et le radon* »]. La contamination est due généralement à du potassium 40 ou à des radioéléments provenant de la chaîne de désintégration de l'uranium<sup>2</sup>. Certains aliments comme les champignons, le lait et le miel, peuvent concentrer ces radioéléments. Ne sont pas évoqués ici les procédés physiques utilisés pour la présentation ou la conservation des aliments : irradiation agroalimentaire, traitements stérilisants, ionisation, lyophilisation, *etc.*

## Exposition et effets sur la santé

Les contaminants sont captés par la chaîne alimentaire et sont transférés à l'être humain par la voie digestive. La contamination biologique des aliments est la plus fréquente. Elle peut se produire par ingestion directe d'aliments contaminés ou en portant les mains souillées à la bouche, après avoir touché des animaux porteurs de germes ou leur environnement contaminé, ou par contact avec une personne malade qui excrète des germes dans ses selles ("maladie des mains sales"). La contamination chimique a généralement lieu sur le plus long terme et elle présente un risque sanitaire potentiel plus étendu. La contamination physique reste à ce jour assez mal documentée. Trois éléments sont déterminants pour prédire les effets sur la santé de la contamination alimentaire : la toxicité du contaminant, la quantité de contaminant dans l'aliment et la quantité d'aliment contaminé ingérée<sup>2</sup>. Les

effets sanitaires principaux sont l'intoxication alimentaire, les allergies alimentaires, et selon la toxicité spécifique des produits, des risques de mutagenèse, cancérogenèse, tératogenèse, immunotoxicité, effets sur le comportement et effets sur la mémoire<sup>2</sup>. Certains accidents alimentaires sont bénins, entraînant seulement vomissements, diarrhées et nausées alors que d'autres peuvent conduire à la mort (botulisme, listériose, certaines salmonelloses, *etc.*)<sup>4</sup>.

### Effets suite à des contaminations biologiques

Les accidents alimentaires d'origine bactérienne sont responsables de toxi-infection alimentaire. L'intoxication résulte de l'ingestion d'une toxine qui peut intervenir seule, la bactérie n'étant pas nécessairement présente dans l'alimentation. En revanche, la toxi-infection alimentaire au sens strict est due à l'action conjointe de la bactérie et de la toxine. On parle

de toxi-infections alimentaires collectives\* (TIAC) quand de nombreuses personnes sont touchées. Dans les pays industrialisés, ce sont les bactéries du genre *Salmonella* et *Campylobacter* qui sont responsables du plus grand nombre de TIAC. En Rhône-Alpes, entre 1996 et 2003, 458 TIAC ont été notifiées (soit 10 % des 4 393 TIAC en France). Parmi elles, 34 % sont survenues en restauration familiale (155/458). Parmi les 303 survenues en restauration collective, 109 sont survenues au restaurant, 52 en cantine scolaire, 41 en centre de loisirs, 39 en institut médico-social et 19 en entreprise<sup>6</sup>.

### **Les salmonelloses**

Les salmonelloses non typhiques sont causées par des bactéries qui infectent le tube digestif et provoquent des troubles digestifs. Elles se manifestent par des cas isolés, des épidémies communautaires ou des foyers de TIAC. Les toxi-infections à salmonelles se traduisent par une gastro-entérite fébrile, de gravité variable suivant les individus, et pouvant aller jusqu'à la mort. Les troubles apparaissent après 2 à 3 jours d'incubation. La salmonellose se manifeste par une diarrhée importante, parfois teintée de sang, associée à de violentes douleurs abdominales avec nausées et vomissements, une fièvre élevée (40 - 41°C), une fatigue extrême et des douleurs généralisées. La diarrhée persiste souvent plusieurs jours pouvant entraîner une déshydratation sévère. Les symptômes durent 4 à 5 jours et disparaissent spontanément dans la plupart des cas<sup>4</sup>. L'infection peut cependant se compliquer d'une infection généralisée (septicémie). La létalité reste toutefois faible chez l'adulte non immunodéprimé<sup>7</sup>. Il faut  $10^5$  à  $10^6$  salmonelles dans l'alimentation pour déclencher une salmonellose. Si la dose ingérée est plus faible (une centaine), l'individu sera porteur sain. Il ne sera pas malade mais excrétera des salmonelles dans ses matières fécales. Si la contamination par les salmonelles est difficilement évitable, le plus souvent, il n'y a pas suffisamment de salmonelles pour entraîner les symptômes.

### **Les intoxications à staphylocoques**

Elle se traduit par des vomissements, d'évolution brève, sans fièvre. Les vomissements apparaissent en moyenne 3 à 6 heures après l'ingestion de l'aliment contaminé et ils peuvent être accompagnés de maux de

têtes et de nausées nécessitant parfois l'hospitalisation. Cent nanogrammes (millardièmes de grammes) de toxines suffisent à déclencher les symptômes.

### **Les listérioses**

Les symptômes sont peu spécifiques. Ils sont soit d'ordre neurologique (méningite : maux de tête, fièvre élevée, nausées et vomissements et méningo-encéphalite), soit limités à une fièvre isolée due au passage des bactéries dans le sang. Chez les adultes et enfants en bonne santé, l'infection peut passer inaperçue ou se manifester par un syndrome grippal et des signes digestifs. Chez la femme enceinte, elle peut provoquer des avortements ou des accouchements prématurés, contaminer le nouveau-né, voire entraîner le décès néonatal. Chez les personnes immunodéprimées et les personnes âgées, la listériose peut se manifester par une septicémie ou une méningite. Si l'incidence de la listériose reste assez faible (200 à 300 cas annuels en France soit 3 à 4 cas pour un million d'habitants), la mortalité est en revanche élevée<sup>5</sup>.

### **Le botulisme**

Le botulisme est une affection neurologique caractérisée par une atteinte des nerfs crâniens et une paralysie. Les premiers symptômes sont ophtalmologiques (trouble de l'accommodation, mydriase, ptosis), digestifs (douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhée) et neurologiques. La létalité du botulisme est variable selon le type de toxine.

### **Le syndrome hémolytique et urémique (SHU)**

La bactérie *Escherichia coli* est responsable, chez les enfants, d'une atteinte rénale rare mais potentiellement grave, le syndrome hémolytique et urémique (SHU) qui constitue la première cause d'insuffisance rénale chez les enfants âgés de 1 mois à 3 ans. La maladie se manifeste d'abord par de la diarrhée souvent avec du sang, des douleurs abdominales et parfois des vomissements qui évoluent, après une semaine environ, vers un SHU. L'enfant présente des signes de grande fatigue, de pâleur, une diminution du volume des urines qui deviennent plus foncées et parfois des convulsions. Un à deux pour cent des enfants décèdent ; plus d'un tiers gardent des lésions rénales à long terme nécessitant un suivi médical régulier<sup>8</sup>.

**La toxoplasmose**

La contamination par le parasite *Toxoplasma gondii* passe le plus souvent inaperçue et reste sans conséquence, sauf chez la femme enceinte non immunisée chez qui elle provoque une toxoplasmose congénitale aux conséquences souvent graves pour l'enfant : malformations, atteintes oculaires, neurologiques voire mort fœtale.

Les virus ingérés par voie digestive peuvent provoquer des gastro-entérites [Cf. « L'eau »] mais aussi des hépatites. L'hépatite aiguë A par exemple survient surtout chez les adultes dans les pays développés. Après une incubation de 15 à 50 jours, l'hépatite A se manifeste par une fièvre, une asthénie importante avec des nausées, des douleurs abdominales suivies d'un ictère. Les formes sans symptômes ou peu symptomatiques sont fréquentes. Des formes sévères avec défaillance hépatique sont possibles. Les décès sont rares. Le principal mode de transmission est interhumain (de personne à personne) par voie oro-fécale. La transmission alimentaire est plus rare mais peut être responsable d'importantes épidémies. Les aliments les plus fréquemment mis en cause lors d'épidémies sont ceux contaminés par déjections humaines (eau, coquillages, végétaux consommés crus) ou contaminés directement par un préparateur infecté. Le virus de l'hépatite A est responsable de cas sporadiques et d'épidémies. Ces épidémies peuvent être limitées à des collectivités (crèche, école maternelle, établissement pour personnes

handicapées) ou être diffuses et concerner une plus large population<sup>9</sup>.

**Effets suite à des contaminations chimiques**

Les effets toxiques des métaux lourds se traduisent par des lésions neurologiques plus ou moins importantes (mercure, plomb), des effets sur le rein (mercure, cadmium) ou sur la moelle osseuse (plomb). Des effets cancérigènes pour l'homme sont montrés par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) pour les dioxines mais à des niveaux d'exposition de cent à mille fois plus élevés que ceux connus par l'alimentation de la population générale. Par ailleurs, les effets des dioxines sur la reproduction et le développement ne sont pas formellement démontrés<sup>1</sup>. L'exposition aux pesticides en population générale a essentiellement lieu par voie alimentaire. Les effets sanitaires sont cependant insuffisamment documentés, au regard du nombre de produits et de la variabilité de leur emploi. Une des hypothèses les moins controversées concerne l'augmentation du risque de lymphomes non Hodgkiniens [Cf. « Les pesticides »].

**Effets suite à des contaminations physiques**

Il existe dans l'organisme humain divers radioéléments qui proviennent de l'air, de l'eau et des aliments absorbés. Les doses ingérées restent importantes à surveiller dans la mesure où certains sont potentiellement chimiotoxiques et radiotoxiques et qu'ils peuvent s'attaquer aux reins et aux poumons.

## Aspects réglementaires

- Directives n°86/362/CEE et 90/462/CEE du 24 juillet 1986 concernant la fixation des teneurs maximales de résidus de pesticides sur et dans les céréales et dans certains produits d'origine végétale [Cf. « Les pesticides »].
- Règlement CE n°466/2001 de la Commission du 8 mars 2001 qui fixe les teneurs maximales de certains contaminants de denrées alimentaires dont les substances organohalogénées, et les métaux lourds tels que le plomb, le mercure et le cadmium.
- Règlement CE n°2375/2001 du Conseil du 29 novembre 2001 qui fixe le seuil en dioxines dans les denrées alimentaires.
- Règlement CE n°178/2001 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 qui établit les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, institue une autorité européenne de sécurité des aliments et fixe des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires.
- Directive 96/23 du 29 avril 1996 qui définit les contrôles à effectuer sur les animaux vivants et les produits alimentaires d'origine animale pour la recherche de médicaments d'origine vétérinaire et de contaminants de l'environnement.

- Directive 91/493/CEE qui fixe des objectifs de surveillance des niveaux de contamination des produits de la pêche par des contaminants du milieu aquatique, en particulier métaux lourds, substance organo-halogénées et dioxines.
- Directive 2002/32/CE du Parlement et du Conseil du 7 mai 2002 qui fixe les teneurs maximales en substances indésirables dans les aliments pour animaux, notamment les pesticides et les métaux lourds.
- Directive Européenne 93/43 du 14 juin 1993 relative à l'hygiène des denrées alimentaires. Elle établit les règles générales d'hygiène des denrées alimentaires ainsi que les modalités de vérification du respect des dites règles.

## Gestion des risques

Le risque alimentaire doit être apprécié en fonction des nombreux paramètres touchant aux habitudes alimentaires et à la provenance des produits. Une alimentation suffisamment diversifiée dans sa composition et dans l'origine des produits entraîne des niveaux moyens d'exposition aux divers contaminants qui sont estimés demeurer au dessous des limites recommandées.

En France, les maladies provoquées par les aliments contaminés restent relativement bien maîtrisées<sup>1</sup>. La maîtrise résulte notamment des efforts portés directement sur les différents maillons de la chaîne de production alimentaire, laquelle est soumise à des obligations et des contrôles de tous les aspects de la sécurité des aliments. Mais des mesures environnementales plus générales comme la réduction des émissions, la limitation de la dispersion des contaminants, ainsi que la meilleure information des consommateurs, ont aussi contribué à diminuer la contamination indirecte de la chaîne alimentaire et participé à la prévention des risques dans l'alimentation<sup>1</sup>. Ainsi, aujourd'hui, on note des réductions notables de la présence d'éléments traces métalliques dans l'alimentation que l'on pourrait rapprocher de l'utilisation de l'essence sans plomb, de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles ou encore de la mise aux normes de certains incinérateurs qui a contribué à la diminution des émissions de dioxines par exemple<sup>1</sup>.

### La surveillance des aliments et les acteurs

Contrairement à ce qui est réalisé pour les eaux potables, il n'existe pas de suivi systématique de la qualité des aliments. Les missions de gestion du risque alimentaire sont confiées conjointement aux ministères respectivement chargés de l'agriculture, de la consommation et de la santé. Les aliments sont contrôlés de manière épisodique par les Directions

départementales des services vétérinaires (DDSV), les services régionaux de protection des végétaux (SRPV), les Directions départementales de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DDCCRF) et les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS)<sup>1</sup>. Les seuils des teneurs en polluants à ne pas dépasser (pesticides, métaux lourds, *etc.*) sont définis dans les textes réglementaires. Ces seuils prennent appui sur des valeurs de référence qui sont des recommandations scientifiques, établies au niveau international (Organisation mondiale de la santé), au niveau communautaire ou au niveau national (Conseil supérieur d'hygiène publique de France) et dont les attributions sont confiées à l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA). Pour l'aspect sanitaire, c'est donc l'AFSSA qui est en charge de l'évaluation des risques dans le domaine de l'alimentation pour l'homme. Ces évaluations permettent de déterminer les doses journalières admissibles (DJA)\* des éléments en prenant en compte les consommations d'aliments pour chaque catégorie de la population (adultes, jeunes enfants, nourrissons, *etc.*), la dose maximale acceptable, la détermination des limites maximales de résidus, *etc.* L'AFSSA mène également des activités de recherche et d'appui technique dans le domaine de l'hygiène des aliments, de la nutrition et de la santé animale, elle assure l'évaluation d'autorisation de mise sur le marché des médicaments vétérinaires.

L'Institut de veille sanitaire (InVS) assure de son côté la surveillance des maladies infectieuses d'origine alimentaire dont certaines sont soumises à une déclaration obligatoire (botulisme, hépatite A, listériose, TIAC, *etc.*) depuis 1987. Cette déclaration est complétée par les données provenant du Centre national de

référence (CNR) des salmonelles. Les buts de la surveillance sont :

- d'identifier précocement l'aliment à l'origine de la TIAC et, le cas échéant, retirer de la distribution l'aliment incriminé ;
- de corriger les erreurs de préparation dans les établissements de restauration collective et en milieu familial ;
- de réduire la contamination des matières premières (mesures de prévention dans les élevages, abattage des troupeaux de poules pondeuses contaminées, etc.).

Pour chacune des pathologies, des mesures de prévention sont dispensées sur le site web « <http://www.invs.sante.fr/> ».

L'InVS a estimé ainsi à plus de 200 000 le nombre annuel moyen de personnes atteintes de maladies d'origine alimentaire en France au cours des années 1990. Les salmonelloses en étaient la première cause, suivies par les infections par *Campylobacter*.

La limite principale de ce système de surveillance est qu'à l'heure actuelle, seuls sont détectés les accidents collectifs de toxico-infections avec une large sous-déclaration. Les accidents individuels ne sont ni repérés, ni déclarés. La réalité du risque microbiologique alimentaire est donc probablement largement sous-estimée.

### Quelques résultats en Rhône-Alpes<sup>10</sup>

En 2003, aucune contamination par des dioxines (taux inférieur au seuil fixé par l'OMS) et radionucléides n'a été décelée, quel que soit le type de denrée. De même, aucune contamination n'a été mise en évidence dans les poissons d'élevage (pesticides, nitrofuranes et métaux lourds) et lait (pesticides et plomb). Cependant, l'origine des produits analysés ne donne qu'un reflet partiel de la situation régionale. Le nombre de prélèvements réalisés en Rhône-Alpes est limité (3 395 sur 58 818 effectués au niveau national). Le coût des analyses physico-chimiques est un frein au développement de la surveillance de la contamination environnementale des aliments.

### Quelques perspectives

Des connaissances restent à acquérir aujourd'hui. Les mécanismes de contamination, notamment les facteurs influençant la biodisponibilité d'un contaminant chimique pour les plantes, les sources de pollution et de contamination humaine et les effets d'une exposition chronique à de faibles doses méritent d'être mieux étudiées.

En ce qui concerne le prion à l'origine de la variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, sa persistance dans l'environnement reste encore un domaine où les travaux n'ont pas permis de conclure du fait d'un manque de méthodes analytiques et de données quantitatives.

Le domaine du risque alimentaire est donc très complexe à appréhender. Le nombre de molécules en cause dans l'alimentation, ainsi que leurs proportions relatives, sont hautement variables d'un lieu à l'autre et dans le temps. On ne peut les aborder que molécule par molécule ou agent par agent à travers l'expérimentation animale ou l'épidémiologie.

## Indicateurs & annexes

### 1. La surveillance des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

► Nombre de TIAC notifiées par département entre 1996 et 2003 en Rhône-Alpes

	Nombre de TIAC notifiées de 1996 à 2003 (%)	
Ain	38	8 %
Ardèche	23	5 %
Drôme	37	8 %
Isère	107	23 %
Loire	37	8 %
Rhône	118	26 %
Savoie	42	9 %
Haute-Savoie	56	12 %
<b>Rhône-Alpes</b>	<b>458</b>	<b>100 %</b>
<b>France</b>	<b>4 393</b>	

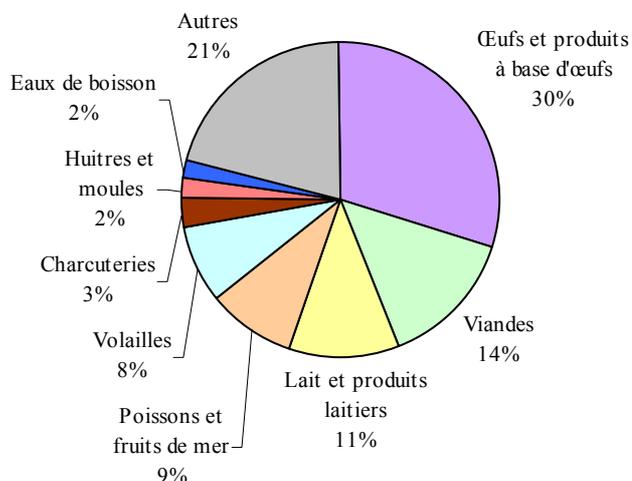
Source : Données extraites du document « La surveillance des TIAC en Rhône-Alpes »<sup>6</sup>.

Les informations analysées sont issues de la base nationale des foyers de TIAC construite à partir des fiches de notification validées de 1996 à 2003.

Entre 1996 et 2003, 458 TIAC ont été notifiées en Rhône-Alpes, 118 (26 %) l'ont été dans le Rhône et 107 (23 %) dans l'Isère.

Sur les 458, 32 % ont été signalés par les médecins généralistes, 32 % par les médecins hospitaliers, 20 % par les responsables d'établissement, 6 % par les malades et 2 % par les laboratoires. Il y a eu hospitalisation d'au moins un cas pour 130 foyers de TIAC sur les 458 (28 %). Au total, 392 cas ont été hospitalisés sur 5 721 malades (7 %) et la létalité avec 7 décès rapportés était de 12 pour 10 000.

► Pourcentage de TIAC par types d'aliments responsables entre 1996 et 2003 en Rhône-Alpes



Source : Données extraites du document « La surveillance des TIAC en Rhône-Alpes »<sup>6</sup>.

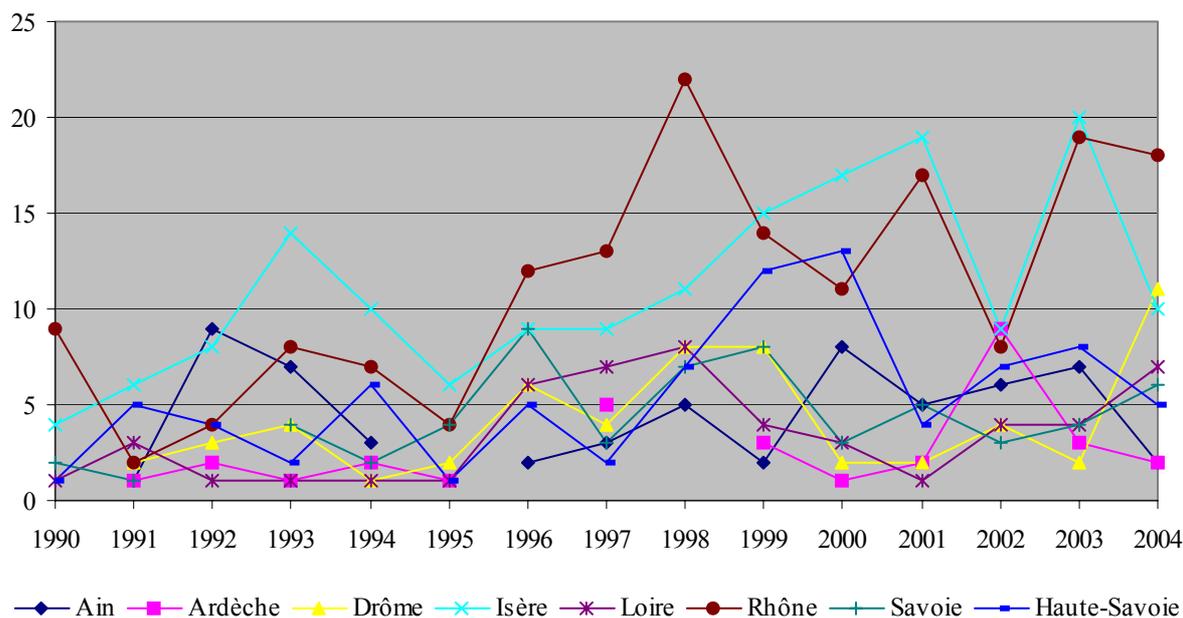
L'aliment responsable de la TIAC a été identifié ou suspecté dans 73 % (335/458) des foyers entre 1993 et 2003.

La répartition des 335 TIAC par type d'aliments montre que :

- Les œufs ou produits à base d'œufs ont été les aliments les plus fréquemment mis en cause dans la survenue des TIAC à salmonelles (69 %) entre 1996 et 2003.

- Les produits laitiers étaient les aliments les plus fréquemment mis en cause dans la survenue des TIAC à *Staphylococcus aureus* (42 %) et les viandes pour les TIAC à *Clostridium perfringens*.

► Nombre de TIAC notifiées par année dans les départements de Rhône-Alpes de 1990 à 2004



Source : Données extraites du document « Les TIAC »<sup>11</sup>.

► Facteurs environnementaux ayant contribué à la contamination d'aliments responsables de TIAC en France en 2004

	2004	
	Restauration collective	Restauration familiale
Matières premières contaminées	60 14 %	84 59 %
Contamination par l'environnement (matériel ou personnel)		
Personnel	57 13 %	5 4 %
Équipement	123 28 %	12 8 %
Erreur lors de la préparation	67 15 %	12 8 %
Délai entre préparation et consommation	48 11 %	12 8 %
Non respect des températures réglementaires		
Chaîne du chaud	28 6 %	8 6 %
Chaîne du froid	50 12 %	9 6 %

Source : Données extraites du document « Les TIAC »<sup>11</sup>.

## 2. La surveillance des listérioses en France

► Nombre de cas déclarés en France et en Rhône-Alpes de 1999 à 2002

	1999	2000	2001	2002
Ain	4	3	0	0
Ardèche	2	0	0	2
Drôme	3	1	2	3
Isère	6	3	2	3
Loire	4	6	3	3
Rhône	6	8	5	9
Savoie	1	3	2	1
Haute-Savoie	3	6	5	2
Rhône-Alpes	29	30	19	23
France	269	263	188	220

Source : Institut de veille sanitaire <<<http://www.invs.sante.fr/>>> .

## 3. Liste des 30 maladies à déclaration obligatoire en France

- |   |   |
|---|---|
| 1. Botulisme                                      | 16. Listériose  |
| 2. Brucellose                                     | 17. Orthopoxviroses dont la variole   |
| 3. Charbon  | 18. Paludisme autochtone  |
| 4. Chikungunya                                    | 19. Paludisme d'importation dans les départements d'outre-mer   |
| 5. Choléra  | 20. Peste   |
| 6. Dengue   | 21. Poliomyélite  |
| 7. Diphtérie                                      | 22. Rage  |
| 8. Fièvres hémorragiques africaines               | 23. Rougeole  |
| 9. Fièvre jaune                                   | 24. Saturnisme de l'enfant mineur   |
| 10. Fièvre typhoïde et fièvres paratyphoïdes      | 25. Suspicion de maladie de Creutzfeldt-Jakob et autres Encéphalopathies subaiguës spongiformes transmissibles humaines |
| 11. Hépatite aiguë A                              | 26. Tétanos   |
| 12. Infection aiguë symptomatique                 | 27. Toxi-infection alimentaire collective   |
| 13. Infection par le VIH quel qu'en soit le stade | 28. Tuberculose   |
| 14. Infection invasive à méningocoque             | 29. Tularémie   |
| 15. Légionellose                                  | 30. Typhus exanthématique   |

Source : Institut de veille sanitaire <<<http://www.invs.sante.fr/>>> .

La déclaration obligatoire est basée sur la transmission de données individuelles à l'autorité sanitaire. Elle consiste en un recueil exhaustif de données, permettant une analyse aussi exacte que possible de la situation et de l'évolution des 30 maladies à déclaration obligatoire en France, afin de mettre en place des actions préventives et de conduire des programmes adaptés aux besoins de santé publique. Elle met en jeu deux procédures dans la transmission des données : le signalement et la notification.

#### 4. De la difficile évaluation du risque alimentaire à l'établissement de normes

Personne ne mange la même chose, ni dans les mêmes quantités. L'alimentation varie selon le milieu familial, le groupe social et personne ne s'approvisionne aux mêmes endroits<sup>4</sup>. Les doses de polluants reçues par chaque individu sont donc variables. Les concentrations de contaminants permises dans les aliments sont difficiles à déterminer.

L'établissement des niveaux d'exposition sans conséquences délétères reposent sur l'expérimentation sur des animaux de laboratoire. Des groupes de rats, par exemple, reçoivent des doses progressivement décroissantes du toxique étudié jusqu'à mettre en évidence que les animaux, malgré la dose reçue, se portent parfaitement bien. Pour les produits non cancérigènes, on parle ainsi de *dose sans effet nocif observé* (DSENO) aussi dite *No observed effect level* (NOEL) ou *No effect adverse level* (NOAEL). Il s'agit ainsi de cerner au mieux le phénomène de seuil et c'est donc la plus forte dose qui est recherchée. A l'inverse la plus faible dose pour laquelle un effet toxique est observé peut être aussi recherchée. On parle alors de *Dose minimale avec effet nocif observé* (DMENO ou *Lowest observed adverse effect level*, LOAEL). Mais ce qui vaut pour une lignée précise n'est pas forcément valable pour l'ensemble de l'espèce, ou même pour l'homme qui peut se montrer plus sensible aux effets nocifs d'un agent donné. C'est alors la notion de *dose journalière acceptable* (DJA)\* qui est définie (la DJA ne correspondant à la DSENO pondérée de facteurs de sécurité tenant compte de la sensibilité supposée plus grande de l'espèce humaine (variabilité inter-espèce) et de l'extrême diversité de la population humaine (variabilité intra-espèce).

Pour les produits cancérigènes génotoxiques, il n'y a pas de seuil d'innocuité et on considère que même pour une dose infinitésimale, il existe un risque associé, extrêmement faible. On ne parle pas alors de DJA mais de *Dose virtuellement sûre* (DVS). La communauté scientifique s'accorde à dire qu'un risque de l'ordre de  $10^{-6}$  (un cancer par million de personnes exposées) est acceptable (réglementation de l'Agence américaine de l'environnement). Cette probabilité s'ajoute à la probabilité spontanée de mourir d'un cancer qui est de 25 % pour un individu moyen dans les pays développés. A partir des estimations des DJA ou des DVS, il est ainsi possible de proposer des valeurs limites de contamination d'un milieu sous un certain nombre d'hypothèse concernant la fréquence et l'intensité des expositions. Une fois le consensus scientifique établi sur la valeur de la DJA ou de la DSV, celles-ci sont utilisées avec d'autres facteurs pour établir les *limites maximales de résidus* (LMR) permises dans les différents aliments<sup>2</sup>. On tient ainsi compte du type de toxicité observée, du métabolisme, de la distribution du contaminant, de ses métabolites possibles dans divers aliments, de l'existence de populations ou de groupes particulièrement exposés (nourrissons, enfants, vieillards) et de la quantité d'aliments ingérés. Ainsi à la suite de ce processus, on obtient des normes de concentrations acceptables des résidus chimiques dans les aliments<sup>2</sup>. Ainsi par exemple, pour définir une concentration maximale admissible de nitrates dans l'eau de boisson, en admettant que celle-ci apporte 50 % des nitrates ingérés (le reste de l'apport provenant des aliments solides ingérés et principalement des légumes arrosés avec la même eau), l'objectif de ne pas dépasser une DJA de 3,65 mg d'ion nitrate par kg de poids corporel et par jour, cela conduit à la valeur de 50 mg d'ions nitrates/l<sup>4</sup>.

Même si cette approche demeure controversée, trop conservatrice ou trop alarmiste, il reste que, de cette façon, les seuils de contamination sont établis à partir d'une évaluation crédible du risque qui aide à atteindre la sécurité alimentaire<sup>2</sup>.

Source : Données extraites de l'ouvrage « Quels risques pour notre santé »<sup>4</sup>.

## Glossaire

*Dose journalière admissible ou acceptable (DJA)* : elle représente la quantité de substance totale qu'une personne (y compris les sujets les plus sensibles de la population) pourrait ingérer quotidiennement durant sa vie entière sans risque appréciable observé sur sa santé. Elle est habituellement exprimée par jour en mg de substance par kg de poids corporel.

*Norovirus* : groupe de virus qui causent la gastro-entérite chez les humains.

*Prions* : agents de transmission non conventionnels qui ne sont ni des bactéries, ni des virus mais des protéines présentes dans le tissu cérébral et dont la modification est responsable d'encéphalopathies, telle l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB). L'utilisation de sous-produits que sont les farines animales dans l'alimentation animale, comme source de protéine de qualité, a été à l'origine du développement de l'ESB dans certains troupeaux. La transmission possible à l'homme, provoquant une forme modifiée de la maladie de Creutzfeldt-Jakob a été à l'origine de la crise de la vache folle dont les conséquences sanitaires et économiques ont marqué un véritable tournant dans la prise de conscience collective du risque lié à de nouvelles technologies en agriculture. Certaines maladies à prions sont d'origine inconnue, d'autres sont héréditaires ou transmises (entre individus ou entre espèces) de plusieurs façons, dont l'alimentation (cas de la transmission à l'homme de la maladie de la vache folle).

*Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)* : elles se définissent par l'apparition d'au moins 2 cas similaires d'une symptomatologie en général gastro-intestinale, dominée principalement par la diarrhée dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire. Leur fréquence et leur gravité augmentent en France.

## Quelques ressources et acteurs

### NIVEAU NATIONAL

**Le Ministère de l'écologie et du développement durable**  
<http://www.ecologie.gouv.fr>

**L'Agence française de sécurité sanitaire, de l'environnement et du travail**  
<http://www.afsse.fr>

**Le Ministère de la santé**  
<http://www.sante.gouv.fr>

**L'Institut national de protection et d'éducation à la santé**  
<http://www.inpes.sante.fr/>

**Le Plan national santé-environnement**  
<http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/pnse/sommaire.htm>

**La Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes**  
<http://www.finances.gouv.fr/DGCCRF/>

**L'Institut de veille sanitaire**  
<http://www.invs.sante.fr/>

**La Direction générale de l'alimentation du Ministère de l'agriculture et de la pêche**  
<http://www.securitesanitairesaliments.agriculture.gouv.fr/>  
/ et  
[http://www.agriculture.gouv.fr/spip/ressources.themes.alimentationconsommation\\_a4572](http://www.agriculture.gouv.fr/spip/ressources.themes.alimentationconsommation_a4572)

**L'Agence française de sécurité sanitaire et des aliments**  
<http://www.afssa.fr>

**Le Centre national de référence des salmonelles**  
<http://www.pasteur.fr/sante/clre/cadrecnr/salmcncr-index.html>

### NIVEAU REGIONAL

**Les Directions départementales et régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

**Le Plan régional santé-environnement**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/prsp/acrobat/prse.pdf>

**La Direction régionale de l'environnement**  
<http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr>

**La Cellule d'intervention régionale en épidémiologie**  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/liecirei.htm>

## Bibliographie

1. Momas I., Caillard J.F., Lesaffre B. Plan National Santé Environnement. Rapport de la Commission d'Orientation. La Documentation Française, 2004, 296p.
2. Gérin M., Gosselin P., Cordier S. et al. Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Éditions Tec & Doc, Edisem, fév. 2003, 1023p.
3. Ministère de la solidarité, de la santé et de la protection sociale, Ministère de l'écologie et du développement durable, Ministère de l'emploi du travail et de la cohésion sociale, Ministère délégué à la Recherche. Plan national santé environnement 2004-2008. Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement. Mssps, 2004, 88p. (synthèse 7p.).
4. Zmirou D., Bard D., Dab W. et al. Quels risques pour notre santé ? Syros, 2000, 335p.
5. Institut de veille sanitaire (InVS). Dossiers thématiques. La listériose. Mise à jour du 15 juin 2006. Disponible sur <<http://www.invs.sante.fr/>> (consulté en janv. 2007).
6. Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes. La surveillance des toxi-infections alimentaires collectives en Rhône-Alpes de 1996 à 2003. InVS, 2003, 4p. Disponible sur <<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/sante/liecirei.htm#cire>> (consulté en fév. 2007).
7. Institut de veille sanitaire (InVS). Dossiers thématiques. Les salmonelloses non typhiques. Mise à jour du 3 mai 2006. Disponible sur <<http://www.invs.sante.fr/>> (consulté en janv. 2007).
8. Institut de veille sanitaire (InVS). Dossiers thématiques. Le syndrome hémolytique et urémique. Mise à jour du 21 juin 2006. Disponible sur <<http://www.invs.sante.fr/>> (consulté en janv. 2007).
9. Institut de veille sanitaire (InVS). Dossiers thématiques. L'hépatite aiguë A. Mise à jour du 13 juin 2006. Disponible sur <<http://www.invs.sante.fr/>> (consulté en janv. 2007).
10. Préfecture de la région Rhône-Alpes, Région Rhône-Alpes, Direction régionale de l'environnement (DIREN) Rhône-Alpes et Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Profil environnemental régional 2005. Mars 2006, 174p.
11. Institut de veille sanitaire (InVS). Dossiers thématiques. Les toxi-infections alimentaires collectives. Mise à jour du 30 mai 2006. Disponible sur <<http://www.invs.sante.fr/>> (consulté en janv. 2007).

Dossiers complémentaires à consulter :

- ◆ L'eau
- ◆ L'air
- ◆ Les sols
- ◆ Les pesticides
- ◆ Les nitrates
- ◆ Le plomb
- ◆ Les risques infectieux
- ◆ Le traitement des déchets
- ◆ Les rayonnements ionisants et le radon
- ◆ L'activité industrielle
- ◆ Les pratiques agricoles

Est remerciée pour sa précieuse relecture :

- ◆ Cellule d'intervention régionale en épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes