

# La pollution atmosphérique : un risque majeur pour la santé notamment dans la vallée de l'Arve



Dossier préparé par :

**Joanna Forel** - étudiante en Master 2

« Méthodes de Recherche en Environnement-Santé-Toxicologie-Ecotoxicologie »

En collaboration avec :

**Docteur Jacques Venjean** - médecin du travail et allergologue

**Anne Lassman-Trappier** - présidente d'Environn'MontBlanc

## Environn'MontBlanc et sa campagne Inspire

L'association Environn'MontBlanc a été créée en 1996, avec pour objectif la réduction des nuisances sonores et des pollutions atmosphériques et climatiques engendrées par le trafic routier, notamment celui de la route d'accès au tunnel du Mont-Blanc. Le rôle de l'association est double : l'information et la sensibilisation du public, et la présentation de propositions aux décideurs. En 2013, Environn'MontBlanc a lancé la campagne Inspire, pour donner une plus grande visibilité aux demandes des citoyens en faveur d'une meilleure qualité de l'air au pays du Mont-Blanc.



[emontblanc.com](http://emontblanc.com) et [inspire74.com](http://inspire74.com) – 40, chemin du Pierrier de la Croix – 74310 Les Houches

Depuis plusieurs décennies, de nombreux chercheurs s'intéressent à la thématique « polluants atmosphériques et santé ». Grâce à ces études, nos connaissances sur ces polluants ont sérieusement évolué et les autorités publiques reconnaissent aujourd'hui que la pollution de l'air est un risque environnemental majeur pour la santé. Les dernières estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé confirment ce risque en indiquant qu'en 2012, près de 3,7 millions de décès prématurés dans le monde seraient attribuables à la pollution de l'air extérieur<sup>1</sup>.

D'après la loi LAURE (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie)<sup>2</sup> de 1996, la pollution atmosphérique est « 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 ». Cette loi reconnaît le droit de chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé.

Les préoccupations portent en priorité sur les polluants réglementés par les directives européennes. 14 polluants font l'objet d'une surveillance régulière dans l'air ambiant, les plus connus étant les oxydes d'azote, l'ozone, les particules, le dioxyde de soufre, le benzène, les hydrocarbures aromatiques polycycliques...

Quel est l'état actuel des connaissances sur l'effet de ces polluants sur notre santé ?

<sup>1</sup> Organisation Mondiale de la Santé, Air pollution estimates, March 2014. [www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/)

<sup>2</sup> Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie  
[www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005622536&dateTexte=20091103](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005622536&dateTexte=20091103)

## 1. L'impact des polluants atmosphériques sur la santé humaine

### Généralités

- ▶ Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), l'agence pour le cancer de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), a classé le 12 Juin 2012 les gaz d'échappement des moteurs diesel comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1)<sup>3</sup>. De plus, le 17 octobre 2013, l'OMS a classé la pollution de l'air extérieur, sur l'ensemble de la planète, comme cancérigène certain (Groupe 1)<sup>4</sup>. Il est difficile de déterminer l'impact du mélange de polluants que nous inhalons simultanément, mais l'effet cocktail de ces polluants est aujourd'hui enfin reconnu par l'OMS.
- ▶ Favorisé par une politique fiscale avantageuse en France, le diesel s'est fortement développé : il équipait près de 67 % du parc automobile au 1<sup>er</sup> Janvier 2013. On croyait initialement que le diesel serait moins nocif que l'essence pour le climat car il génère moins de CO<sub>2</sub> au kilomètre, il émet cependant beaucoup plus de particules fines et de dioxyde d'azote.
- ▶ Les particules, émises par le chauffage, les transports, l'industrie et l'agriculture, seraient en France à l'origine de 42 000 décès prématurés chaque année et de 348 000 morts en Europe, selon un rapport du programme *Clean Air for Europe* (CAFE)<sup>5</sup> publié par la Commission européenne en 2005.
- ▶ De plus, l'OMS a publié en mars 2014 de nouvelles estimations selon lesquelles il y a eu dans le monde près de 3,7 millions de décès prématurés en 2012 en raison de l'exposition à la pollution de l'air extérieur. En Europe, cette pollution serait à l'origine de 44 à 75 décès pour 100 000 personnes<sup>6</sup>. Contrairement aux idées reçues, la majorité des effets de la pollution de l'air n'affecte pas les fonctions respiratoires. A l'échelle mondiale, les principales causes de décès liés à la mauvaise qualité de l'air sont les infarctus et les pathologies ischémiques coronariennes (40%), les accidents vasculaires cérébraux (40%), puis les pathologies respiratoires chroniques (11%), suivis des cancers du poumon (6%) et des infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez l'enfant (3%).

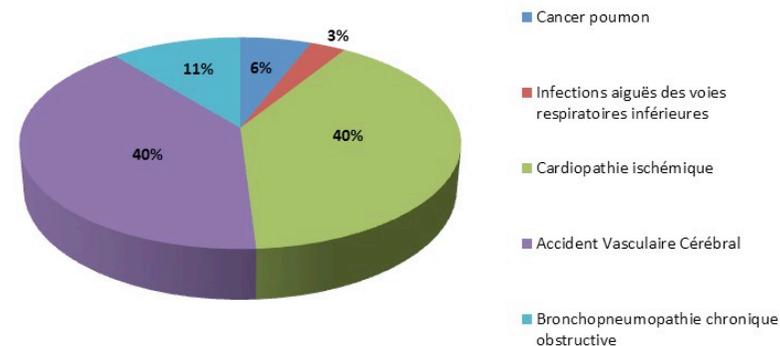
3 Centre International de Recherche sur le Cancer. Les gaz d'échappement des moteurs diesel cancérigène. Communiqué n°213, Juin 2012

4 Centre International de Recherche sur le Cancer. La pollution atmosphérique, une des premières causes environnementales de décès par cancer. Communiqué n°221. Octobre 2013

5 Markus Amann, Imrich Bertok, Janusz Cofala et al. Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE). Programme 2005

6 Organisation Mondiale de la Santé, Air pollution estimates, March 2014. [www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/)

### Décès attribuables à la pollution de l'air extérieur

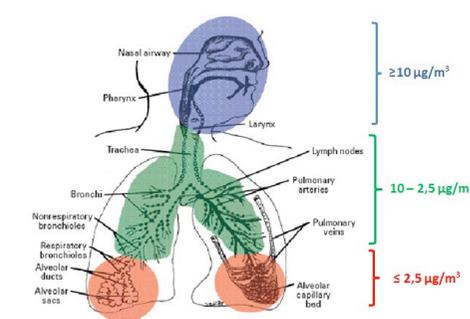


Répartition du nombre de décès par pathologie, exprimés en pourcentage attribuable à la pollution de l'air extérieur.  
Source : OMS 2014

- ▶ D'après le rapport de la Commission des Comptes et de l'économie de l'environnement concernant « la santé et la qualité de l'air extérieur », de juillet 2012, les coûts sanitaires de la seule pollution de l'air extérieur seraient de 20 à 30 milliards d'euros par an pour la France métropolitaine<sup>7</sup>.

7 Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'énergie. Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement. Santé et qualité de l'air extérieur. Juillet 2012

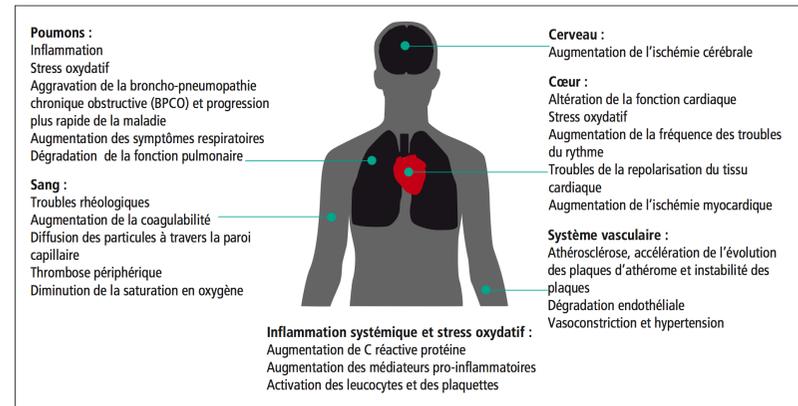
## Les principaux polluants et leurs effets sur la santé

| <b>Particules Fines (PM)</b><br><b>Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>)</b><br><b>Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>)</b> |   |
|--|---|
| <b>Description</b>   | Les particules sont composées d'un mélange complexe de substances organiques et minérales.  |
| <b>Effets sur l'environnement</b>  | Dégradation physique et chimique des bâtiments.   |
| <b>Effets sur la santé</b>   | <p>La toxicité des particules dépend de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Leur granulométrie</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Déposition des Particules Fines dans l'appareil respiratoire en fonction de leur taille</b></p>  <p>Les poussières plus grandes que les PM<sub>10</sub> sont en majeure partie arrêtées par les voies respiratoires supérieures. Lorsque les particules ont un diamètre aérodynamique compris entre 10 et 2,5 µm, une partie peut être expirée et une autre peut se déposer au niveau de la trachée et des bronches. A moins de 2,5 µm, les particules peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires, puis passer dans le sang pour aller affecter d'autres organes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Leur composition chimique est variable selon la source</li> </ul> <p>De nombreuses études ont mis en évidence des liens entre les niveaux de particules fines et l'apparition d'effets néfastes sur la santé. Au niveau respiratoire : inflammation, aggravation de la bronchite chronique, asthme, cancer du poumon. Au niveau cardiovasculaire : excès de mortalité par infarctus, et ischémie myocardique, augmentation de l'incidence des Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC).</p> |

5

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Normes Françaises</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ PM<sub>10</sub><br/>Valeur limite annuelle : 40 µg/m<sup>3</sup><br/>Valeur limite journalière : 50 µg/m<sup>3</sup>, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an<br/>Objectif annuel de qualité : 30 µg/m<sup>3</sup></li> <li>▶ PM<sub>2,5</sub><br/>Valeur limite annuelle : 26 µg/m<sup>3</sup> en 2013 et 25 µg/m<sup>3</sup> pour 2015<br/>Valeur cible : 20 µg/m<sup>3</sup><br/>Objectif annuel de qualité : 10 µg/m<sup>3</sup></li> </ul> <p>L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a rappelé, dans son expertise de 2009, que les données actuelles montrent <b>qu'il n'est pas possible d'observer un seuil de concentration en particules en deçà duquel aucun effet sanitaire ne serait constaté.</b></p> |
| <b>Recommandation OMS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ PM<sub>10</sub><br/>Objectif de qualité sur l'année : 20 µg/m<sup>3</sup><br/>Valeur limite journalière : 50 µg/m<sup>3</sup></li> <li>▶ PM<sub>2,5</sub><br/>Objectif de qualité sur l'année : 10 µg/m<sup>3</sup><br/>Valeur limite journalière : 25 µg/m<sup>3</sup></li> </ul>  |

### Effets des particules en suspension sur la santé



Source : Aphekom

6

| Oxydes d'azote (NOx)<br>Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )<br>Monoxyde d'azote (NO) |   |
|---|---|
| <b>Description</b>  | La famille des oxydes d'azote est couramment regroupée sous la formule NO <sub>x</sub> , comprenant le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ). Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> sont émis lors des phénomènes de combustion. Le NO <sub>2</sub> est issu de l'oxydation du NO.                          |
| <b>Effets sur l'environnement</b>   | Les NO <sub>x</sub> interviennent dans la formation de l'ozone et contribuent au phénomène des pluies acides qui appauvrissent les milieux naturels (sols, végétaux), ainsi qu'à l'effet de serre.  |
| <b>Effets sur la santé</b>  | Gaz irritant.<br>Entraîne une altération de la fonction respiratoire, une hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique et une augmentation de la sensibilité des bronches aux infections microbiennes. A des concentrations supérieures à 200 µg/m <sup>3</sup> , sur de courtes durées, il entraîne une inflammation importante des voies respiratoires. |
| <b>Normes Françaises</b>  | Valeur limite annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup><br>Valeur limite horaire : 200 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 18 fois par an.  |

| Ozone (O <sub>3</sub> )           |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Description</b>                | Ce gaz n'est pas émis directement dans l'atmosphère, il s'agit d'un polluant secondaire formé par des réactions chimiques entre des gaz précurseurs (NO <sub>2</sub> , COV) sous l'effet des rayons ultraviolets. On le retrouve à proximité des sources d'émission, la principale étant le trafic routier.                                    |
| <b>Effets sur l'environnement</b> | Contribue à l'effet de serre. Effets néfastes sur les végétaux : nécroses sur les feuilles et les aiguilles d'arbres. Perturbe la photosynthèse, conduit à une baisse de rendement des cultures.   |
| <b>Effets sur la santé</b>        | Gaz irritant.<br>Provoque des irritations oculaires, de la toux et une altération pulmonaire surtout chez les enfants avec une exacerbation des crises chez les asthmatiques. De nombreuses études montrent une corrélation entre l'augmentation à court terme de la mortalité et des hospitalisations, et l'augmentation des niveaux d'ozone. |
| <b>Normes Françaises</b>          | Valeur limite moyenne sur 8 h : 120 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne calculée sur 3 ans)<br>Objectif de qualité : 120 µg/m <sup>3</sup> (moyenne annuelle)   |
| <b>Recommandation OMS</b>         | Valeur limite moyenne sur 8 h : 100 µg/m <sup>3</sup>  |

7

## Pollution de l'air :

### maladies cardiovasculaires, pathologies respiratoires

- ▶ En 1995 déjà, Pope CA 3<sup>rd</sup> publiait une étude dans *l'American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*<sup>8</sup>, montrant qu'une augmentation de l'exposition moyenne à des niveaux de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> de 10 µg/m<sup>3</sup> sur une durée d'un an provoquait une augmentation de 16% du taux de mortalité global et un accroissement de 43% du taux de mortalité par infarctus. Ces résultats ont été affinés en 2004 par Pope et al. dans une étude<sup>9</sup> montrant qu'une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> de l'exposition moyenne en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> est associée à une augmentation de 8% à 18% du risque de décès pour causes cardiovasculaires. En complément, les résultats du projet Aphekom<sup>10</sup>, sur l'impact de la pollution de l'air sur la santé en Europe, qui a mobilisé 60 scientifiques, dans 12 pays européens de 2008 à 2011, montrent que le dépassement de la valeur guide de l'OMS pour les PM<sub>2,5</sub> dans 25 villes européennes se traduit chaque année par 19 000 décès prématurés, dont 15 000 décès pour causes cardiovasculaires, pour une population de 39 millions d'habitants. L'exposition à long terme aux particules présente une forte corrélation avec la mortalité attribuable à la cardiopathie ischémique, aux troubles du rythme cardiaque, à l'insuffisance cardiaque et l'arrêt cardiaque.
- ▶ Concernant les particules de petite taille, les PM<sub>2,5</sub>, l'étude *American Cancer Society* de Pope et al. publiée en 2002<sup>11</sup>, montre qu'une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> de l'exposition moyenne conduit à une augmentation de 9% de risque de décès pour causes cardio-pulmonaires et une augmentation de 8% du cancer du poumon. Pour cette étude, 500 000 sujets de plus de 30 ans ont été suivis pendant 16 ans. Plus récemment, une étude réalisée à Rome par Guilia Cesaroni, et publiée en 2013 dans la revue scientifique *Environmental Health*

8 Pope CA 3rd, hun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE, Heath CW et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 669-74

9 Pope CA 3rd, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 2004 ; 109: 71-7

10 Christophe Declercq, Mathilde Pascal, Olivier Chanel et al. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Résultats du projet Aphekom. 2012 Institut de Veille Sanitaire  
[www.aphekom.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=4846eb19-df8a-486e-9393-1b7c7ac78ce3&groupId=10347](http://www.aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=4846eb19-df8a-486e-9393-1b7c7ac78ce3&groupId=10347)

11 Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *The Journal of the American Medical Association*. 2002 ; 287(9)

8

Perspective<sup>12</sup> affine les connaissances sur les effets du NO<sub>2</sub>. Près d'1,3 million de sujets de plus de 30 ans ont été suivis pendant 9 ans. Cette grande étude établit qu'une exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et aux PM<sub>2,5</sub> se traduit par une augmentation de la mortalité de 6 à 13% à chaque fois que l'exposition moyenne en NO<sub>2</sub> et PM<sub>2,5</sub> augmente de 10 µg/m<sup>3</sup>.

Ces études démontrent qu'il faut réviser à la baisse les valeurs limites relativement élevées de l'UE, afin de mieux prendre en compte les effets de la pollution atmosphérique et mieux protéger la santé publique. De plus, il n'est pas possible, pour les particules, de définir un seuil au-dessous duquel il n'y aurait pas d'impact sur la santé, car même aux niveaux de concentration recommandés par l'OMS, on constate une augmentation de la mortalité totale due aux maladies cardio-pulmonaires et au cancer du poumon en réaction à une exposition à long terme aux PM<sub>2,5</sub>.

### Un polluant à surveiller : les PM<sub>2,5</sub>

Les particules fines, de moins de 2,5 microns (PM<sub>2,5</sub>), sont peu surveillées à l'heure actuelle. Les seules stations qui offrent aujourd'hui une surveillance de ce polluant en permanence en Haute-Savoie sont situées à Annecy et Gaillard (agglomération d'Annemasse). Sur 4 années, de 2010 à 2013, la moyenne mesurée à Annecy (Loverchy) était de 20 µg/m<sup>3</sup> d'air et de 16 µg/m<sup>3</sup> à Gaillard.

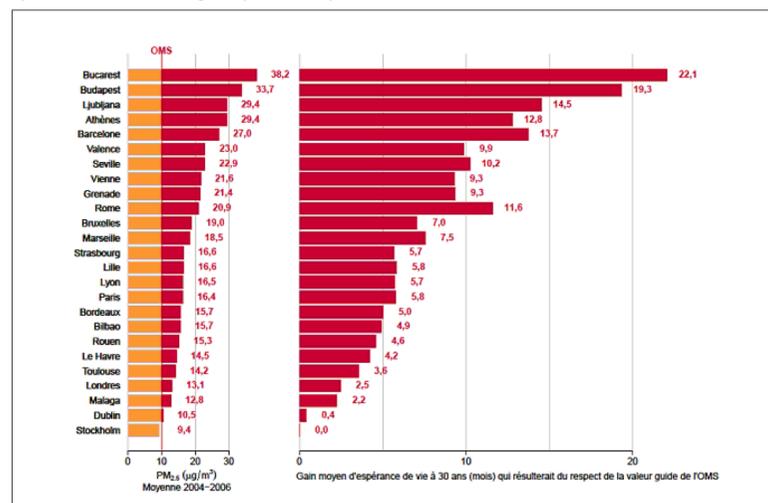
| Date | Annecy<br>Urbain<br>Particules PM <sub>2,5</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | Loverchy<br>Urbain<br>Particules PM <sub>2,5</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | Gaillard<br>Urbain<br>Particules PM <sub>2,5</sub><br>µg/m <sup>3</sup> |
|------|---|---|---|
| 2010 | 21  | 16  | 16  |
| 2011 | 25  | 17  | 17  |
| 2012 | 16  | 15  | 15  |
| 2013 | 19  | 16  | 16  |
| 2014 | -   | -   | -   |

Relevés annuels PM<sub>2,5</sub> en Haute-Savoie. Source : Air Rhône-Alpes

12 Giulia Cesaroni, Chiara Badaloni, Claudio Gariazzo et al. Long-Term Exposure to Urban Air Pollution and Mortality in a Cohort of More than a Million Adults in Rome. Environmental Health Perspective. 2013 ; 121 : 324-31  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Cesaroni%20G%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor\\_uid=24452269](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Cesaroni%20G%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=24452269)

Par comparaison, à l'échelle européenne, les niveaux de PM<sub>2,5</sub> relevés en moyenne sur 4 ans à Annecy, se situent entre les villes de Rome et de Bruxelles et au dessus des niveaux enregistrés dans toutes les grandes villes françaises étudiées (Paris, Lyon, Marseille, Strasbourg, Lille, Bordeaux, Toulouse, Rouen, Le Havre).

Gain moyen d'espérance de vie (mois) à l'âge de 30 ans dans les 25 villes du projet Aphekom si les niveaux moyens annuels de particules fines (PM<sub>2,5</sub>) étaient ramenés à 10 microgrammes par mètre-cube (valeur guide préconisée par l'OMS)



Les PM<sub>2,5</sub> bénéficient depuis peu d'une valeur limite annuelle, fixée à 26 µg/m<sup>3</sup> et qui passera à 25 µg/m<sup>3</sup> en 2015. La valeur cible est placée à 20 µg/m<sup>3</sup> et les recommandations de l'OMS privilégient un niveau de 10 µg/m<sup>3</sup> pour protéger la santé, même s'il s'agit d'un polluant pour lequel il n'existe pas de seuil, en deçà duquel aucun effet sur la santé n'est constaté.

Ces particules fines pénètrent profondément dans le système respiratoire et les plus fines traversent même la barrière sanguine. Leur effet sur la santé est très préoccupant et il est probable que ce polluant nouvellement réglementé devienne un des sujets majeurs de surveillance et de politiques d'amélioration de la qualité de l'air dans un avenir proche.

### Repères

- Les particules causent 42 000 décès prématurés par an en France.
- Les émissions du diesel sont classées cancérigène certain par l'OMS.
- La pollution de l'air extérieur, sur l'ensemble de la planète, est également classée cancérigène certain.
- 3,7 millions de décès prématurés en 2012 dans le monde sont dus à la pollution de l'air extérieur.
- Il y aurait 44 à 75 décès prématurés pour 100 000 personnes en Europe.
- 80% de ces décès sont liés à des pathologies cardio-vasculaires et 20% seulement à des pathologies respiratoires.
- Les valeurs limites actuelles ne sont pas assez strictes pour véritablement protéger la santé publique.

## 2. L'impact de la pollution liée à la circulation routière

De nombreuses études montrent un lien entre l'émission de polluants par le trafic routier et les effets sur la santé. Les infrastructures routières constituent une source importante de polluants, qui proviennent directement de l'échappement, ou sont liés à l'usure des équipements et de la route, ou à l'entretien de l'infrastructure.

- ▶ Il faut d'abord rappeler que l'OMS a classé les gaz d'échappement des moteurs diesel comme cancérigène certain pour l'homme, en 2012.
- ▶ En 2012 également, l'ANSES a publié un rapport d'expertise collective<sup>13</sup> portant sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux polluants dans les études d'impact relatives aux infrastructures routières. 383 polluants ont été répertoriés en lien avec des projets d'infrastructure routière. 114 de ces polluants disposent d'au moins une Valeur Toxicologique de Référence (la VTR est un indice toxicologique qui permet de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine). Pour les 269 autres polluants n'ayant pas de VTR, 30 sont classés

<sup>13</sup> Avis de l'Anses. Juillet 2012, Sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières. Rapport d'expertise collective

cancérigènes par le CIRC. Il est certain que ces polluants générés principalement par le trafic routier sont néfastes pour notre santé.

- ▶ En mars 2012, le projet européen Aphekom<sup>14</sup>, coordonné par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), a étudié l'impact de la pollution de l'air sur la santé (mortalité et hospitalisations) durant la période 2008-2011, en considérant comme polluants atmosphériques : les particules en suspension (PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>) et l'ozone. Ce rapport estime qu'habiter à proximité d'un axe à fort trafic routier (plus de 10 000 véhicules/jour) entraîne une augmentation d'environ 15 à 30% des nouveaux cas d'asthme chez l'enfant, et augmente les pathologies respiratoires et cardiovasculaires chroniques chez les adultes âgés de 65 ans et plus. De nombreuses routes dans la vallée de l'Arve connaissent des niveaux de trafic supérieurs à 10 000 véhicules/jour<sup>15</sup>.



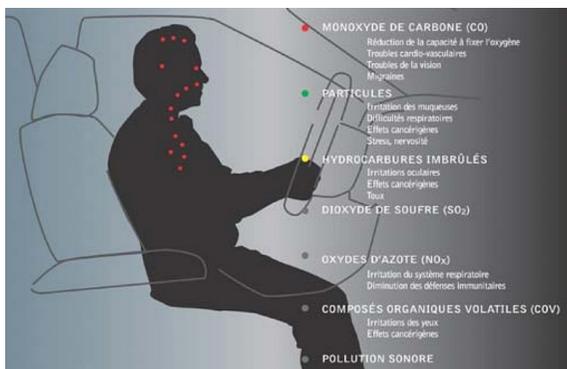
- ▶ L'étude de Morgenstern publiée en 2008 dans *l'American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*<sup>16</sup>, a mis en évidence une corrélation étroite entre la bronchite asthmatique et la distance d'une habitation à la route la plus proche. L'exposition à long terme aux PM<sub>2,5</sub> et au NO<sub>2</sub> a fait l'objet d'un suivi chez 2 860 enfants de 4 ans et 3 061 enfants de 6 ans. Les résultats montrent que c'est chez les enfants vivant à moins de 50 m des rues à fort trafic que le risque relatif d'apparition de maladies est le plus élevé.

<sup>14</sup> Christophe Declercq, Mathilde Pascal, Olivier Chanel et al. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises, Résultats du projet Aphekom. 2012 Institut de Veille Sanitaire

<sup>15</sup> Comptages routiers 2012, Conseil Général de Haute-Savoie. Bonneville-Cluses : 26 000 véhicules/jour A40 et 14 000 véhicules D19. Cluses-Sallanches : 19 000 véhicules/jour A40 et 12 000 véhicules D1205. Sallanches-Le Fayet : 16 000 véhicules/jour A40 et 10 000 véhicules D1205. Chamonix : 15 000 véhicules/jour et 5 000 véhicules tunnel du Mont-Blanc  
[www.haute-savoie.gouv.fr/content/download/10795/55124/file/carte-comptage-hs-2012-ide.pdf](http://www.haute-savoie.gouv.fr/content/download/10795/55124/file/carte-comptage-hs-2012-ide.pdf)

<sup>16</sup> Morgenstern V, Zutavern A, Cyrys J, Brockow J, Koletzko S, Krämer U et al. Atopic diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2008 ; 177  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Morgenstern%20V%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor\\_uid=18337595](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Morgenstern%20V%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=18337595)

- ▶ Une étude publiée en 2000 dans la revue scientifique *Environmental Health Perspective*<sup>17</sup> suggère qu'une forte exposition à la pollution du trafic routier est responsable d'une baisse de la fertilité masculine. Cette baisse de fertilité se traduit chez les individus fortement exposés aux polluants par un allongement du temps de conception pour le premier enfant (15 mois) par rapport aux individus moins exposés (8 mois). Cette baisse de la fertilité a été confirmée par l'étude de De Rosa M *et al.* publiée en 2003 dans la revue *Human Reproduction*<sup>18</sup> qui montre qu'une exposition continue à la pollution routière altère la qualité spermatique chez l'homme.
- ▶ Les filtres à particules, qui équipent les véhicules diesel récents, ont certes pour effet de filtrer les particules de taille relativement grosses, mais ils créent de nouvelles particules beaucoup plus fines qui pénètrent profondément dans l'organisme et que l'on retrouve jusque dans les alvéoles pulmonaires. Les particules les plus fines passent dans les vaisseaux sanguins et peuvent se retrouver ensuite dans différents organes (cœur, foie, cerveau)<sup>19</sup>.
- ▶ Une grande partie de notre exposition quotidienne aux particules fines a lieu lorsque nous sommes dans les transports<sup>20</sup>.



Source : Agence Locale de l'Énergie / Grand Lyon

17 Künzli N, Kaiser R, Medina S *et al.* Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution : a European assessment. *The Lancet* 2000 ; 356 : 795-80. [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Kaiser%20R%5BAuthor%5D&cauthor=true&author\\_uid=11022926](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Kaiser%20R%5BAuthor%5D&cauthor=true&author_uid=11022926)

18 Michele De Rosa, Stefano Zarrilli, Luigi Paesano *et al.* Traffic pollutants affect fertility in men. *Human Reproduction*. 2003 ; 18 : 1055-1061. [humrep.oxfordjournals.org/search?author1=Michele+De+Rosa&sortspec=date&submit=Submit](http://humrep.oxfordjournals.org/search?author1=Michele+De+Rosa&sortspec=date&submit=Submit)

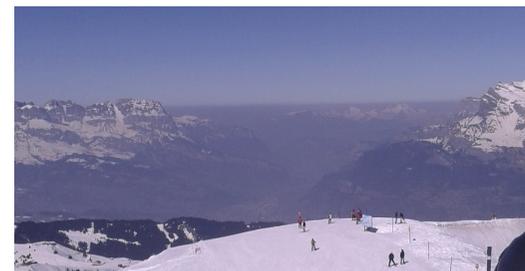
19 2èmes assises nationales de la qualité de l'air, 23-24 octobre 2013. [www.assisesdelair2013.ademe.fr/](http://www.assisesdelair2013.ademe.fr/)

20 2èmes assises nationales de la qualité de l'air, 23-24 octobre 2013. Toutes les vidéos : [www.webtv-assisesdelair2013.fr](http://www.webtv-assisesdelair2013.fr)

Les études épidémiologiques, menées sur de longues périodes et de grandes populations, montrent que ce sont les effets à long terme (bronchites chroniques, asthme, maladies coronariennes, cancers du poumon) de l'exposition chronique aux particules fines et au dioxyde d'azote, qui ont le plus d'impact sur la santé publique. La prévention des effets de la pollution de l'air sur la santé ne peut donc pas se limiter à la gestion des pics de pollution ; elle doit viser en priorité à diminuer l'exposition de fond de la population en agissant sur les sources d'émission.

### Repères

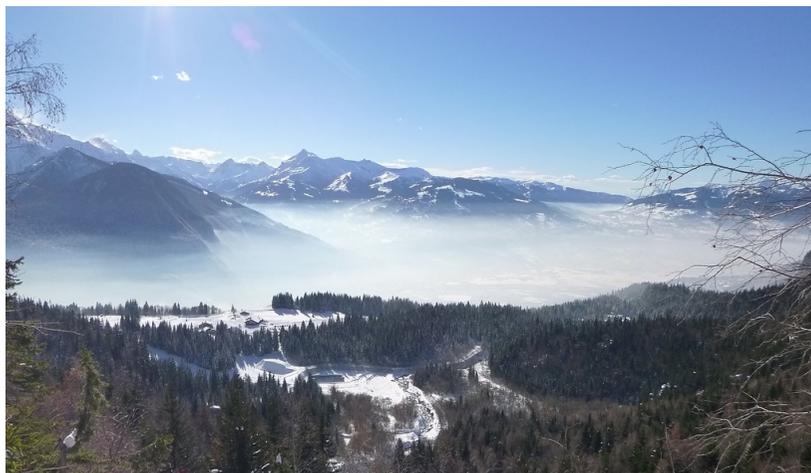
- La pollution routière, c'est plus de 380 polluants répertoriés, dont 114 disposent d'au moins une Valeur Toxicologique de Référence et 30 sont classés cancérogènes.
- Les gaz d'échappement des moteurs diesel sont classés cancérogène certain.
- Les effets constatés de la pollution routière portent sur les maladies coronariennes, les AVC, les bronchites asthmatiques et chroniques, l'asthme, les cancers du poumon et l'altération de la fonction respiratoire.
- Cette pollution est aussi responsable d'une baisse de la fertilité masculine et d'une altération la qualité spermatique.
- Une grande partie de notre exposition aux particules a lieu lorsque nous sommes dans les transports.



Sombre brume de pollution sur la Haute-Savoie, 14 mars 2014

### 3. Pollution de l'air : le cas de la vallée de l'Arve

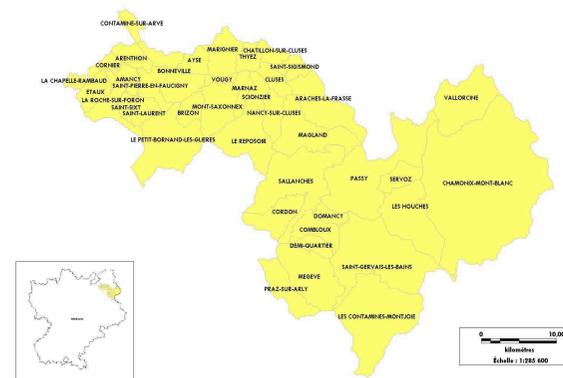
Dans la vallée de l'Arve, comme dans de nombreuses zones françaises, les directives européennes en vigueur concernant les particules et le dioxyde d'azote ne sont pas respectées. La France risque de payer de lourdes amendes si elle ne s'engage pas véritablement dans la réduction efficace des émissions. En réponse aux injonctions européennes, la France a établi des Plans de Protection de l'Atmosphère, qui définissent des actions à mettre en place dans des agglomérations de plus de 250 000 habitants, où dans les zones où la qualité de l'air est dégradée, comme la vallée de l'Arve, qui est la première zone de moins de 250 000 habitants dotée d'un PPA (depuis février 2012)<sup>21</sup>. En tout, 38 PPA ont déjà été mis en place ou le seront prochainement.



La vallée de l'Arve sous une brume de pollution, durant le pic de pollution de décembre 2013. Au fond, la plaine de Sallanches ; en haut à droite, Megève ; en haut au centre, St Gervais ; sur la gauche, le début de la vallée de Chamonix. Photo prise au dessus de Passy, par Julien Heuret

<sup>21</sup> Préfecture de Haute-Savoie. Plan de Protection de l'Atmosphère de la Vallée de l'Arve. 16 février 2012

La vallée de l'Arve compte 158 000 habitants (recensement INSEE 2011) qui vivent de manière permanente dans les 41 communes de la zone du PPA. De plus, nombre de ces communes voient, grâce à une activité touristique importante, leur population augmenter de manière sensible au cours des mois d'hiver et d'été.



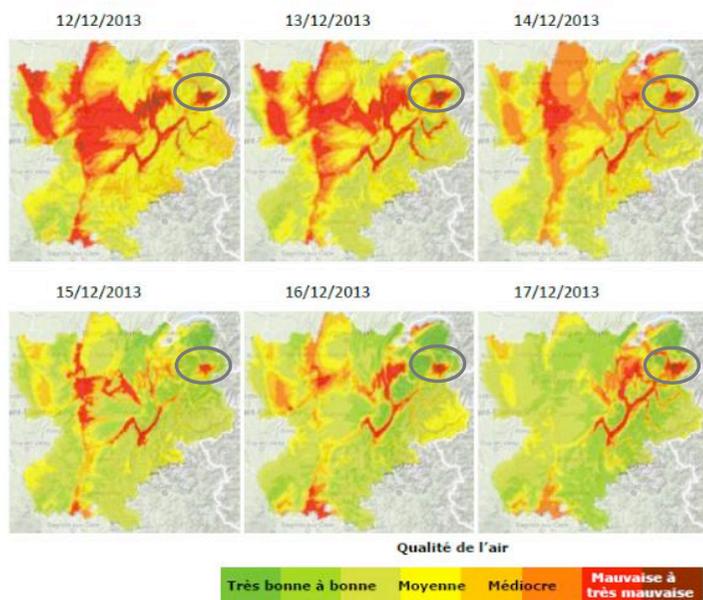
Cartographie de la vallée de l'Arve délimitée par la zone du PPA

Le cas particulier de la vallée s'explique par la concentration en fond de vallée des activités humaines (habitats, industries, transports), qui renforce l'exposition des populations aux polluants, et aussi par sa topographie unique, bordée de nombreux massifs montagneux, et les inversions de températures fréquentes qui limitent la dispersion des polluants. Ces phénomènes favorisent la concentration des polluants au fond des vallées et leur accumulation jour après jour, en période de beau temps hivernal, où les inversions de températures sont particulièrement prononcées et interdisent la circulation de l'air.



Le phénomène d'inversion des températures piège les polluants près du sol, la nuit, toute l'année, ou de façon plus marquée en cas de période d'anticyclone hivernal

Etudions par exemple le pic de pollution du 3 au 18 Décembre 2013, épisode d'une durée de 16 jours, dont 5 jours au niveau d'information et 11 jours au niveau d'alerte du dispositif préfectoral. La population de la vallée a donc été exposée pendant 16 jours consécutifs à des niveaux de concentration en PM<sub>10</sub> bien supérieurs aux réglementations en vigueur.



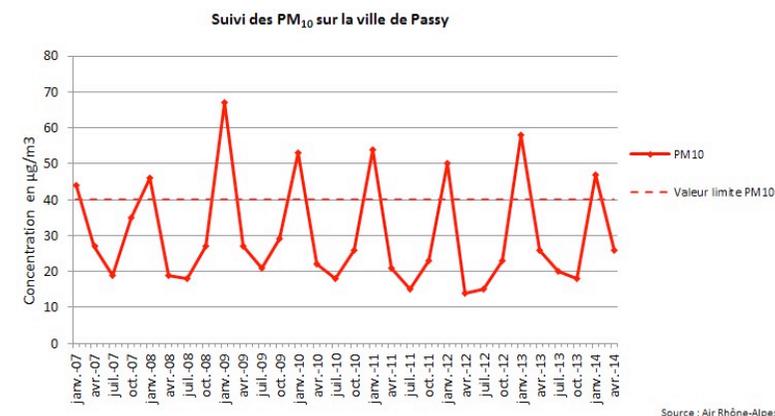
Cartographie Air Rhône-Alpes de la région Rhône-alpes lors de l'épisode de pollution de décembre 2013. Cercle autour de la vallée de l'Arve

### Des dépassements réguliers des normes

Les phénomènes topographiques et météorologiques spécifiques à la vallée de l'Arve sont des facteurs qui aggravent la dégradation de la qualité de l'air observée sur les sites de mesure de Passy et de Chamonix, alors qu'en réalité dans ces secteurs, les émissions ne sont pas plus élevées que la moyenne de la région Rhône-Alpes.

La situation n'est d'ailleurs pas homogène sur les sites de Chamonix (haute vallée de l'Arve) et de Passy (basse vallée de l'Arve) pour les niveaux de fond de la pollution atmosphérique :

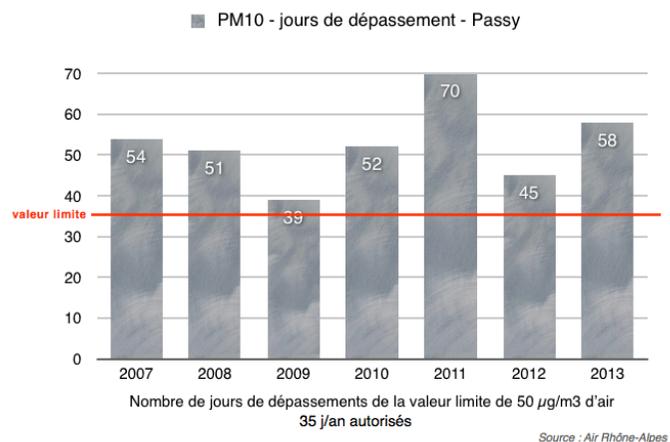
► A Passy, ce sont les particules qui sont responsables de la majorité des pics de pollution en hiver. D'importants dépassements de la valeur cible pour le benzo[a]pyrène (B[a]P) sont également constatés dans ce secteur. Pour les PM<sub>10</sub>, on observe un dépassement récurrent du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> au delà des 35 jours autorisés par la loi chaque année. Concernant le B[a]P, une campagne de mesure effectuée en 2008, a révélé que la valeur moyenne annuelle mesurée à Passy était 4 fois supérieure à la valeur cible (1 nano g/m<sup>3</sup>). Les sources d'émissions de ce polluants sont l'industrie, le chauffage au bois et, dans une moindre mesure, les transports. En 2009, une importante usine de Passy mettait en fonctionnement un incinérateur en sortie de cheminée pour réduire ses émissions de B[a]P et, en 2010, une seconde campagne de mesure, montrait des niveaux de B[a]P, certes en nette baisse, mais qui restaient toutefois 2,7 fois supérieurs à la valeur cible<sup>22</sup>. En 2013, le taux a encore diminué<sup>23</sup> et est de 1,8 ng/m<sup>3</sup>.



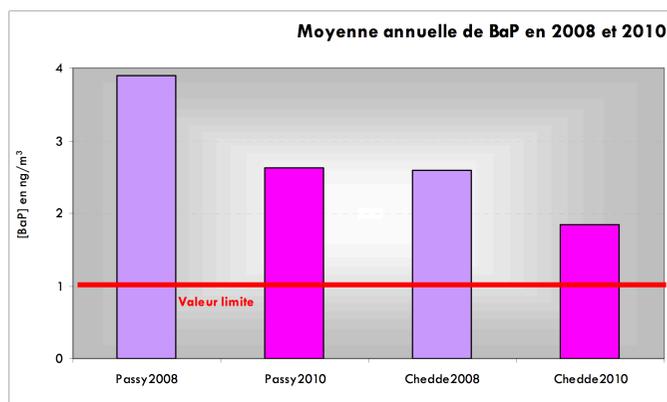
PM<sub>10</sub> Passy : suivi des niveaux moyens trimestriels, 2007-2014

22 Air Rhône-Alpes : Suivi des polluants réglementés dans la vallée de l'Arve – Janvier 2011

23 Air Rhône-Alpes : bilan de la qualité de l'air 2013. Quel air fait-il en Haute-Savoie ?

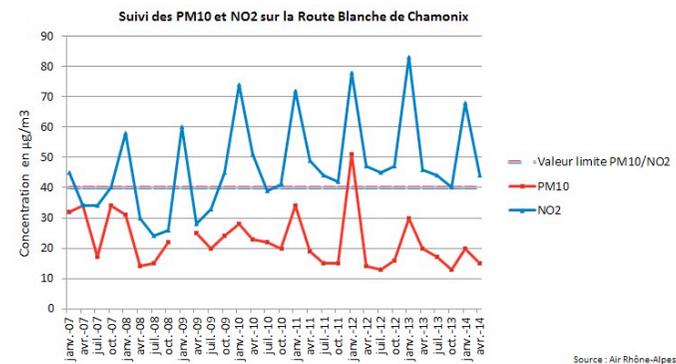


PM<sub>10</sub> Passy : nombre de jours de dépassement de la valeur limite annuelle

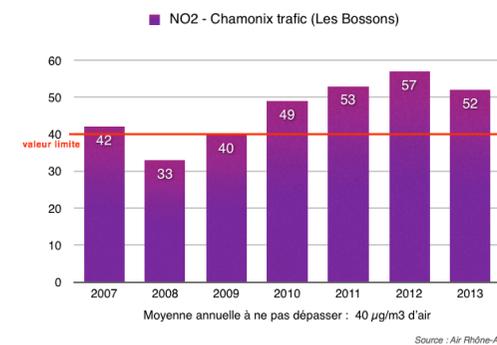


B[a]P Passy et Chedde : résultats des campagnes de mesure de 2008 et 2010 par Air Rhône-Alpes

► A Chamonix (site de trafic, Les Bossons), on observe régulièrement des pics de dioxyde d'azote dus au trafic routier en hiver et des dépassements occasionnels de la valeur cible en été lors de fort trafic. Les normes européennes annuelles, pour le dioxyde d'azote, sont dépassées chaque année de façon croissante depuis 2009. Le capteur du centre-ville de Chamonix n'enregistre quant à lui pas de dépassements des normes, mais les niveaux de concentration des polluants restent élevés. En été, les niveaux d'ozone en montagne et en haute montagne sont en augmentation et peuvent aller jusqu'à atteindre les seuils réglementaires (capteur de l'Aiguille du Midi).



PM<sub>10</sub> et NO<sub>2</sub> Chamonix : suivi des niveaux moyens trimestriels, 2007-2014

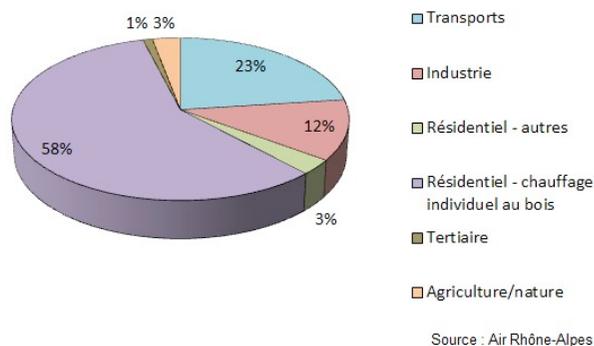


NO<sub>2</sub> Chamonix Route Blanche : moyennes annuelles, 2007-2013

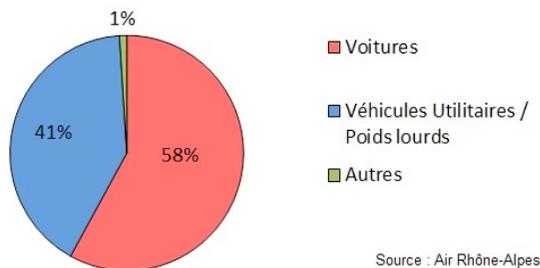
## Les sources de cette pollution

3 secteurs sont responsables de la quasi-totalité des émissions générées en vallée de l'Arve : les transports, le résidentiel et l'industrie. Le diagnostic établi par Air Rhône-Alpes comme point de départ pour l'établissement du PPA répartissait, pour les particules (PM<sub>10</sub>), les responsabilités de la façon suivante : 50% pour le résidentiel, 23% pour les transports et 21% pour l'industrie. Une étude complémentaire évaluant plus précisément les émissions des carrières et du BTP<sup>24</sup>, classés dans la partie industrielle, a revu à la baisse les émissions de ce secteur de façon significative. Voici les chiffres actualisés en 2013, concernant la source des émissions dans la vallée de l'Arve :

Répartition des émissions de PM<sub>10</sub> dans la Vallée de l'Arve en 2013



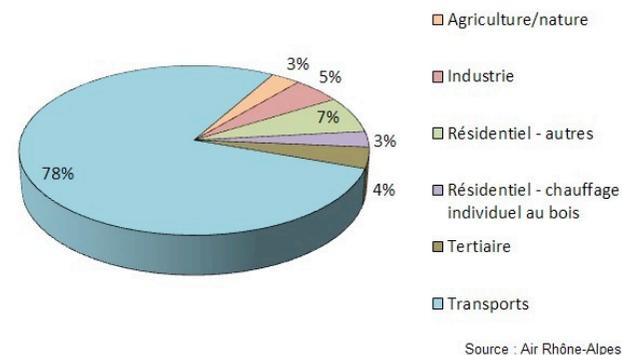
Les 23 % de PM<sub>10</sub> issus du transport proviennent :



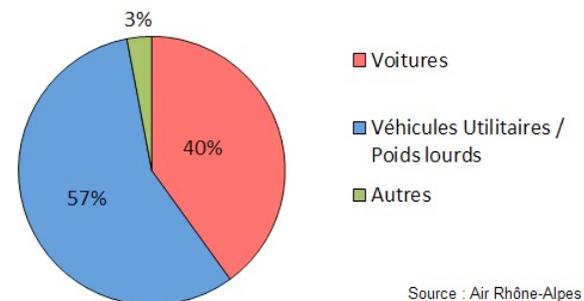
<sup>24</sup> Air Rhône-Alpes. Amélioration des connaissances sur la quantification des émissions de particules liées aux chantiers/BTP et aux carrières. Avril 2013

Concernant le dioxyde d'azote, la majeure partie de la responsabilité (près de 80%) est attribuée à la circulation routière :

Répartition des émissions de NO<sub>2</sub> dans la Vallée de l'Arve en 2013

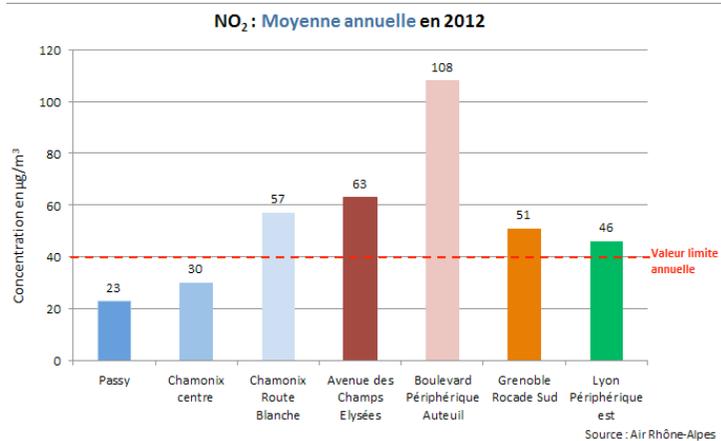
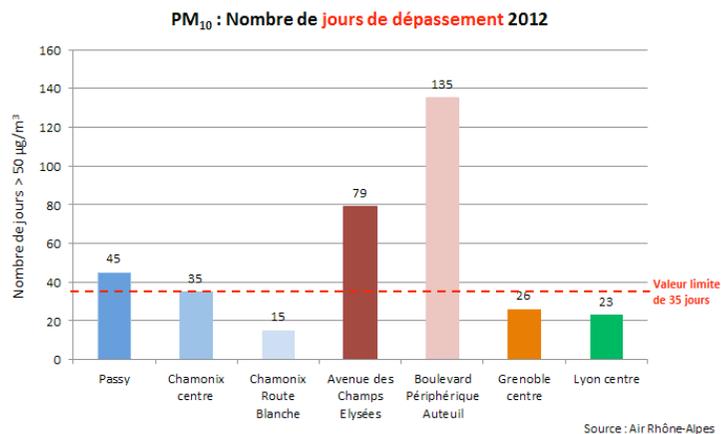


Les 78 % de NO<sub>2</sub> issus du transport proviennent :



## Comparaison avec Paris, Lyon et Grenoble

La comparaison des niveaux de pollution avec des grandes villes françaises, concernant les particules et le dioxyde d'azote, montre que la pollution de la vallée de l'Arve est, pour ces deux polluants, similaire à celle de Lyon et de Grenoble, mais est fort heureusement inférieure à la pollution parisienne.

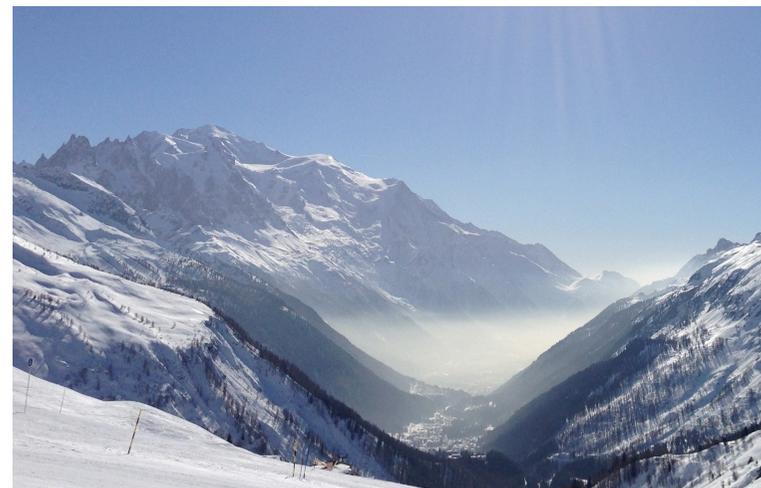


## Recommandations InVS

Face à ce diagnostic préoccupant, les recommandations de l'Institut de Veille Sanitaire sont très claires : « pour protéger la santé des populations, il convient de réduire globalement les niveaux de pollution sur la vallée, toute l'année et pour l'ensemble des polluants. En effet, la pollution atmosphérique génère des risques sur la santé, même lorsque les normes réglementaires sont respectées et c'est la pollution de fond et non les pics qui contribue majoritairement à l'impact sanitaire ». L'InVS affirme que la pollution de l'air dans la vallée l'Arve est comparable à celle de Lyon ou de Grenoble.

## Une étude d'impact sanitaire ?

Dans la vallée de l'Arve, aucune évaluation de l'impact sanitaire (EIS) n'a été réalisée à ce jour, car la vallée ne répond pas aux critères qui lui permettraient d'être incluse dans les études d'impact sanitaire de l'InVS. Les données ne sont pas statistiquement représentatives, compte tenu de l'exiguïté de notre territoire, et de la grande variabilité des niveaux de pollutions (on constate une absence d'homogénéité des niveaux de pollution sur la zone considérée en raison de la différences d'altitude nette de 500 m entre Servoz et Passy) et donc de l'exposition des populations entre le haut et le bas de la vallée.



Le fond de la vallée de Chamonix sous un voile de pollution

Par comparaison et pour exemple :

- I. L'étude de l'OMS de mars 2014 sur le nombre décès prématurés liés à la pollution de l'air conclut que chaque année, en moyenne 44 à 75 décès prématurés pour 100 000 habitants sont imputables à la mauvaise qualité de l'air extérieur. Comme la forte pollution de l'air en vallée de l'Arve est au moins égale à celle de la moyenne européenne, on peut supposer que le nombre de décès prématurés est du même ordre.
- II. Dans le dossier du PPA, l'InVS écrit que « de manière approximative, il peut être considéré que l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur les zones urbaines de Passy et Chamonix, exprimé en taux pour 100 000 habitants et par an, est au moins équivalent à celui estimé au niveau des grandes agglomérations Rhône-alpines, (soit de l'ordre de 40 décès pour 100 000 habitants) ».

### Et la pollution industrielle ?

Il faut aussi rappeler que la pollution atmosphérique ne se réduit pas aux PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et Benzo[a]Pyrène (HAP classé cancérigène certain pour l'homme par le CIRC). Outre les polluants émis par les transports et le chauffage, il existe des polluants spécifiques provenant des émissions de l'industrie et des incinérateurs. Il faudrait donc impérativement compléter les suivis actuels en :

- I. mesurant les émissions des polluants industriels spécifiques à l'industrie locale (solvants chlorés, HAP et autres).
- II. évaluant les émissions des incinérateurs, car, si le PPA prévoit une mesure concernant les émissions industrielles, rien n'est prévu au sujet des émissions des incinérateurs de Passy et de Marignier.

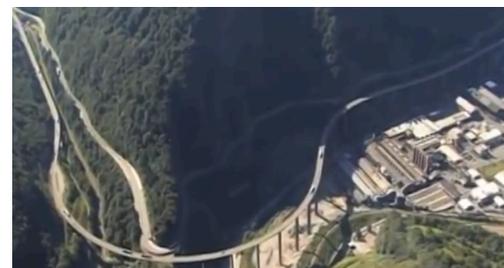
### Une ambition qui reste à trouver

Outre la mesure phare du PPA, l'aide au remplacement des installations de chauffage au bois par des appareils performants – le Fonds Air-Bois<sup>25</sup> – et la réduction de la vitesse de 130 à 110 km/h pour les seuls véhicules légers sur autoroute l'hiver, peu de mesures concrètes ont été mises en application à ce jour pour atteindre les objectifs du PPA sur 5 ans. Certes, la mise en place de certaines mesures nécessite un long travail préparatoire, mais il faut agir avec une grande détermination et mettre en application les mesures définies dans le PPA, afin de protéger la santé publique et de retrouver, dans la vallée de l'Arve, une qualité de l'air qui respecte les normes fixées par la loi.

<sup>25</sup> [www.riviere-arve.org/projets/fonds-chaleur-air-bois.htm](http://www.riviere-arve.org/projets/fonds-chaleur-air-bois.htm)

En l'état actuel de l'application des mesures identifiées par le PPA de la vallée de l'Arve, la probabilité d'atteindre, d'ici 2017, les objectifs fixés par ce PPA est faible.

Les acteurs, décideurs, entreprises et citoyens de la vallée de l'Arve doivent prendre pleinement conscience des conséquences de la mauvaise qualité de l'air pour la santé de la population et pour l'environnement. Au delà des relevés et des mesures effectuées pour chaque polluant de façon isolée, voire cloisonnée, il faut s'attacher plus largement aux effets sur la santé du cocktail de polluants effectivement respiré dans la vallée de l'Arve et réduire la pollution de l'air dans son ensemble. A ces fins, il est indispensable d'agir sur tous les secteurs émetteurs (transports, résidentiel, industrie), sans exception ni favoritisme, afin de protéger la santé de l'ensemble des habitants ; ils paient aujourd'hui, en raison de leur exposition à un air de mauvaise qualité, un lourd tribut.



Le viaduc des Egratz et le secteur industriel de Chedde

### Conclusion

- ▶ L'élaboration d'un Plan de Protection de l'Atmosphère pour la vallée de l'Arve a représenté une première étape décisive; maintenant, les mesures qui y sont inscrites doivent être mises simultanément en application pour tous les secteurs concernés.
- ▶ Pour réellement protéger la santé des habitants de la région, il faudra aller au delà du simple respect des normes européennes prévu par le PPA, normes qui, d'un point de vue sanitaire, ne sont pas assez strictes pour éviter les atteintes à la santé.
- ▶ Peu de polluants sont réglementés à l'heure actuelle, ce qui ne veut pas dire que les autres polluants présents dans l'air que nous respirons ne sont pas nocifs. Il est donc primordial de considérer les mesures effectuées pour les polluants connus comme une indication de la pollution, et donc d'agir sur les émissions de façon globale, en gardant à l'esprit l'effet cocktail des divers composants de la pollution de l'air.

## Repères

- Plusieurs polluants dépassent les normes autorisées ou les valeurs cibles dans la vallée de l'Arve : les particules, le dioxyde d'azote et le benzo[a]pyrène. Les niveaux d'ozone avoisinent parfois les seuils autorisés.
- La pollution de l'air dans la vallée de l'Arve est comparable à celle des grandes villes de Rhône-Alpes (Lyon, Grenoble).
- La configuration de la vallée et les inversions de températures favorisent l'accumulation des polluants, particulièrement en période de beau temps hivernal, et l'apparition de pics de pollution aussi spectaculaires qu'inquiétants.
- Moins médiatisée, la pollution de fond est toutefois préoccupante dans la vallée et doit être traitée efficacement, pour tous les secteurs émetteurs (transports, résidentiel, industrie).
- Le tunnel du Mont-Blanc, situé à une altitude plus de 1 200 m, qui génère environ 1,2 million de passages de véhicules légers et près de 600 000 poids lourds par an, est une source d'émissions supplémentaires qui favorise les dépassements des normes pour le dioxyde d'azote dans la vallée de Chamonix.
- Dans la basse vallée de l'Arve, la présence d'industries et d'incinérateurs est une source spécifique d'émissions de polluants et, dans ce secteur, les dépassements concernent principalement les particules et le benzo[a]pyrène.
- On estime que la pollution de l'air de la vallée de l'Arve engendre au minimum 40 décès par 100 000 habitants chaque année.

– Juillet 2014 –

Environn'MontBlanc