

Octobre 2006

# Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Valence



Drass Rhône-Alpes  
Ddass de la Drôme

Cire Rhône-Alpes



Etude réalisée par la Cellule interrégionale d'épidémiologie Rhône-Alpes, Lyon :

Evelyne FOURNIER, Alexandra THABUIS

### **Ont participé à la réalisation de cette étude :**

Direction départementale des affaires sanitaires et sociales de la Drôme, Valence :

Armelle MERCUROL (service santé-environnement)

Brigitte VITRY (service santé-environnement)

Asquadra (Association de Surveillance de la qualité de l'air en Drome - Ardèche), Valence :

Géraldine GUILLAUD-MARTIN, responsable d'ASQUADRA

Nathalie DUFOUR, chargée de mission, ASQUADRA

Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Rhône-Alpes, Lyon :

Stéphanie LERMERLE (service statistique)

Philippe LAPERROUSE (service statistique)

Institut de Veille Sanitaire, Saint Maurice

Javier NICOLAU (service statistique)

Remerciements : Agnès Lefranc, ORS Ile de France

Photo page de garde : ASQUADRA



## Résumé

L'évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Valence s'inscrit dans le cadre du Plan régional pour la qualité de l'air (PRQA) de la région Rhône-Alpes, qui fixe les orientations visant à prévenir, réduire ou atténuer les effets de la pollution atmosphérique.

Dans cette étude, l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique est calculé en terme de mortalité anticipée et de morbidité (admissions hospitalières). L'impact sanitaire à long terme est estimé par le nombre de décès attribuables à la pollution atmosphérique.

La zone d'étude retenue correspond à une zone urbaine où l'exposition de la population à la pollution atmosphérique peut être considérée comme homogène. Elle est composée de quatre communes : Valence, Portes les Valence, Bourg les Valence dans la Drôme et Guilherand Granges dans l'Ardèche, représentant une population totale de 101 350 habitants.

La période d'étude s'étend sur deux saisons tropiques, du 1er janvier 2001 au 31 décembre 2001 pour les données de mortalité et du 1er janvier 2002 au 31 décembre 2002 pour les données de morbidité (admissions hospitalières). La saison hivernale est reconstituée à partir de deux périodes : du 1er janvier au 31 mars et du 1<sup>er</sup> octobre au 31 décembre.

Cette étude repose sur la méthodologie de l'EIS de la pollution atmosphérique urbaine proposée par l'Institut de veille sanitaire (InVS), qui se déroule en quatre étapes : identification des dangers, choix des relations exposition-risque, estimation de l'exposition et caractérisation du risque.

Les indicateurs de pollution atmosphérique retenus sont construits à partir des quatre polluants mesurés en routine sur la zone : SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et PM<sub>10</sub>. Les relations exposition-risque utilisées sont issues d'études épidémiologiques réalisées en population générale, en privilégiant les études multicentriques et européennes.

L'impact sanitaire annuel à court terme de la pollution atmosphérique s'élève à 20 [14-26]<sup>1</sup> décès anticipés, 4 [2-7] admissions hospitalières pour motif respiratoire chez les 65 ans et plus, 25 [15-36] admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire en hiver et 15 [9-22] en été. Les différents scénarios de réduction de la pollution atmosphérique montrent que les gains sanitaires les plus importants sont obtenus avec une diminution de 25% des niveaux moyens annuels de pollution.

L'impact sanitaire à long terme de la pollution atmosphérique s'élève à 21 [13-30] décès annuels. Seule une diminution des niveaux de pollution entraînerait un gain sanitaire : une diminution de 25% des niveaux moyens annuels serait associée à un gain sanitaire de 62%.

Compte tenu des incertitudes et des limites de la méthodologie utilisée, les résultats doivent être interprétés comme des ordres de grandeur de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé de la population de la zone étudiée.

---

<sup>1</sup> Intervalle de confiance à 95%

La pollution atmosphérique est responsable d'effets sanitaires beaucoup plus larges que ceux explorés dans l'étude : elle est aussi responsable à court terme de la recrudescence des pathologies respiratoires, notamment chez les sujets asthmatiques ; et à long terme d'une diminution durable de la fonction respiratoire.

Cependant, cette étude montre que même si les risques relatifs associés à la pollution atmosphérique sont faibles, la proportion importante de personnes exposées aboutit à un impact collectif non négligeable. Elle montre également que les effets sanitaires apparaissent déjà à des niveaux de pollution bien inférieurs à ceux pour lesquels les mesures sont prises actuellement et que les actions les plus efficaces seraient donc celles qui associeraient une réduction des émissions à la source de façon quotidienne à une diminution importante du nombre de pics annuels de pollution.

## **Abréviations et symboles**

Aphea : Air pollution and health : a European approach  
Asquadra : Association de Surveillance de la qualité de l'air en Drôme Ardèche  
CépiDC : Centre épidémiologique des causes de décès  
Cim : Classification internationale des maladies  
Cire : Cellule interrégionale d'épidémiologie  
Citepa : Centre interprofessionnel d'étude de la pollution atmosphérique  
CSHPF : Conseil supérieur d'hygiène publique de France  
Ddass : Direction départementale des affaires sanitaires et sociales  
Drass : Direction régionale des affaires sanitaires et sociales  
EIS : Evaluation d'impact sanitaire  
IC : Intervalle de Confiance  
Insee : Institut national de la statistique et des études économiques  
Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale  
InVS : Institut de veille sanitaire  
OMS : Organisation mondiale de la santé  
PDU : Plan de déplacements urbains  
PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'information  
PRQA : Plan régional pour la qualité de l'air  
Psas-9 : Programme de surveillance air et santé 9 villes  
Rum : Résumé d'unité médicale  
RSA : Résumé de sortie anonymisé  
TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : micro-grammes par mètre cube  
UV : Ultra-violet

BT : Benzène Toluène  
CO : monoxyde de carbone  
COVNM : composés organiques volatils non méthaniques  
FN : fumées noires  
NO : monoxyde d'azote  
NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote  
NO<sub>x</sub> : oxydes d'azote  
O<sub>3</sub> : ozone  
PM<sub>10</sub> : particules en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10  $\mu\text{m}$   
SO<sub>2</sub> : dioxyde de soufre



# Sommaire

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>CONTEXTE</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE</b>                              | <b>3</b>  |
| 2.1      | GÉOGRAPHIE ET TOPOGRAPHIE DE LA ZONE D'ÉTUDE                       | 3         |
| 2.2      | MÉTÉOROLOGIE   | 5         |
| 2.3      | POPULATIONS ET DÉPLACEMENTS  | 5         |
| 2.3.1    | Populations  | 5         |
| 2.3.2    | Déplacements domicile-travail ou domicile-école                    | 6         |
| 2.4      | SOURCES DE POLLUTION   | 6         |
| 2.5      | CIRCULATION  | 7         |
| 2.6      | SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR :                              | 8         |
| <b>3</b> | <b>MATÉRIEL ET MÉTHODE DE L'EIS</b>                                | <b>9</b>  |
| 3.1      | IDENTIFICATION DES DANGERS   | 9         |
| 3.1.1    | Effets à court terme   | 9         |
| 3.1.2    | Effets à long terme  | 9         |
| 3.2      | CHOIX DES RELATIONS EXPOSITION-RISQUE                              | 9         |
| 3.2.1    | Court terme  | 9         |
| 3.2.2    | Long terme   | 11        |
| 3.3      | ESTIMATION DE L'EXPOSITION   | 11        |
| 3.4      | CARACTÉRISATION DU RISQUE  | 12        |
| 3.4.1    | Principe du calcul   | 12        |
| 3.4.2    | Recueil des données sanitaires                                     | 12        |
| <b>4</b> | <b>RÉSULTATS DE L'EIS</b>  | <b>15</b> |
| 4.1      | ESTIMATION DE L'EXPOSITION   | 15        |
| 4.1.1    | Niveau d'exposition  | 15        |
| 4.2      | ÉVÉNEMENTS SANITAIRES RECENSÉS                                     | 22        |
| 4.2.1    | Mortalité  | 22        |
| 4.2.2    | Morbidité (admissions hospitalières)                               | 22        |
| 4.3      | ESTIMATION DE L'IMPACT SANITAIRE                                   | 23        |
| 4.3.1    | Estimation de l'impact sanitaire à court terme                     | 23        |
| 4.3.2    | Estimation de l'impact sanitaire à long terme                      | 26        |
| 4.4      | SCENARII DE RÉDUCTION DE LA POLLUTION                              | 27        |
| 4.4.1    | Effets à court terme   | 27        |
| 4.4.2    | Effets à long terme  | 28        |
| <b>5</b> | <b>DISCUSSION</b>  | <b>31</b> |
| 5.1      | HYPOTHÈSES, LIMITES ET INCERTITUDES DE L'EIS                       | 31        |
| 5.1.1    | Identification des dangers   | 31        |
| 5.1.2    | Choix des relations exposition-risque                              | 31        |
| 5.1.3    | Estimation de l'exposition   | 32        |
| 5.1.4    | Caractérisation du risque  | 32        |
| 5.1.5    | Dénombrement des effets sanitaires                                 | 33        |
| 5.2      | INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS                                       | 33        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b>                               | <b>35</b> |
| 6.1      | UN IMPACT COLLECTIF NON NÉGLIGEABLE                                | 35        |
| 6.2      | UN IMPACT DÛ AUX NIVEAUX HABITUELS PLUTÔT QU'AUX PICS DE POLLUTION | 35        |
| 6.3      | DES RÉSULTATS À ENRICHIR ET À COMMUNIQUER                          | 36        |
| <b>7</b> | <b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>                                 | <b>37</b> |

*Annexe 1* : Communes retenues dans l'étude réalisée par le CITEPA

*Annexe 2* : Environnement des capteurs

*Annexe 3* : Distribution des concentrations des différents polluants, par station

*Annexe 4* : Impact sanitaire attribuable à chaque polluant pour chacun des indicateurs de santé et plusieurs scénarios de réduction de l'exposition

# 1 Contexte

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure) [1] du 30 décembre 1996 reconnaît le droit de chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé et impose la mise en place d'un Plan régional pour la qualité de l'air (PRQA) [2], précisé ultérieurement dans le décret 98-362 du 6 mai 1998. Ce plan fixe les orientations visant à prévenir, réduire ou atténuer les effets de la pollution atmosphérique et permettant d'atteindre les objectifs de qualité de l'air fixés par ce plan lui-même. Les PRQA doivent être révisés tous les 5 ans et s'appuyer sur des mesures de la qualité de l'air et les inventaires des émissions.

L'évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération Valentinoise s'inscrit dans le cadre de ce PRQA et vise à fournir une quantification des événements sanitaires attribuables à cette pollution urbaine.

La méthodologie utilisée s'appuie sur une utilisation optimale des connaissances scientifiques et des données disponibles. Elle est basée sur la méthode proposée par l'Institut de Veille Sanitaire en 1999 [3] et actualisé en 2003 [4].

Cette étude distingue les effets à court terme et les effets à long terme de la pollution. Les effets à court terme interviennent immédiatement après l'exposition (ici, jusqu'à un jour de décalage entre l'exposition et l'événement sanitaire a été pris en compte), tandis que les effets à long terme font suite à une exposition chronique à la pollution atmosphérique. L'impact sanitaire à court terme est évalué en terme de décès anticipés et de morbidité (admissions hospitalières pour motifs cardiovasculaires, cardiaques ou respiratoires). L'impact sanitaire à long terme est estimé par le nombre de décès attribuables à la pollution atmosphérique.

Pour chacun des effets, les bénéfices sanitaires attribuables à différents scénarios de réduction des niveaux de pollution sont étudiés afin d'orienter les décisions pouvant avoir une influence sur la qualité de l'air.

Après la description des différents critères de sélection de la zone d'étude, ce document présente le protocole suivi et les résultats obtenus à partir de l'analyse des données environnementales.



## 2 Description de la zone d'étude

Toutes les communes retenues pour l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine doivent remplir différents critères de sélection [3,4] :

- Les communes constituant la zone d'étude doivent être présenter une densité de population et d'urbanisation comparables, elles doivent également être jointives (continuité urbaine avec le centre ville) ;
- La zone retenue doit être au minimum constituée d'une commune ;
- En raison de la disponibilité des données de santé, une commune doit être sélectionnée dans son intégralité (un quartier isolé ne peut pas être inclus ou exclus de la zone retenue) ;
- La population demeurant dans la zone d'étude doit y séjourner pendant la majeure partie de son temps ;
- Les sources de pollution doivent être identifiées et être réparties de façon homogène sur la zone ;
- L'évaluation de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique doit être possible à partir de capteurs répartis sur la zone étudiée ;
- Le nombre de ces capteurs, leur position, leur ancienneté et la qualité des données environnementales recueillies doivent être suffisants.

### 2.1 Géographie et topographie de la zone d'étude

L'Ardèche et la Drôme sont deux départements du Sud-Est de la France d'une superficie respective de 5 529 et 6 530 km<sup>2</sup>.

Ces deux départements sont séparés physiquement par le Rhône qui s'écoule du Nord au Sud.

Valence et son agglomération sont situées sur les rives du fleuve. De chaque côté du Rhône s'étend une plaine bordée à l'est (coté Drômois) par les premiers contreforts des Alpes (Vercors) et à l'ouest (coté Ardéchois) par le début du massif Central.

Au niveau de Valence, l'altitude est d'environ 120 mètres.

La zone d'étude initialement proposée comprenait les communes impliquées dans le Plan de Déplacement Urbain PDU : Bourg lès Valence, Portes lès Valence, Saint Marcel lès Valence, Valence, Cornas, Guilherand Granges, Saint Péray.

Les communes de Valence, Portes lès Valence, Bourg lès Valence et Guilherand Granges sont en continuité urbaine les unes par rapport aux autres (figure 1).

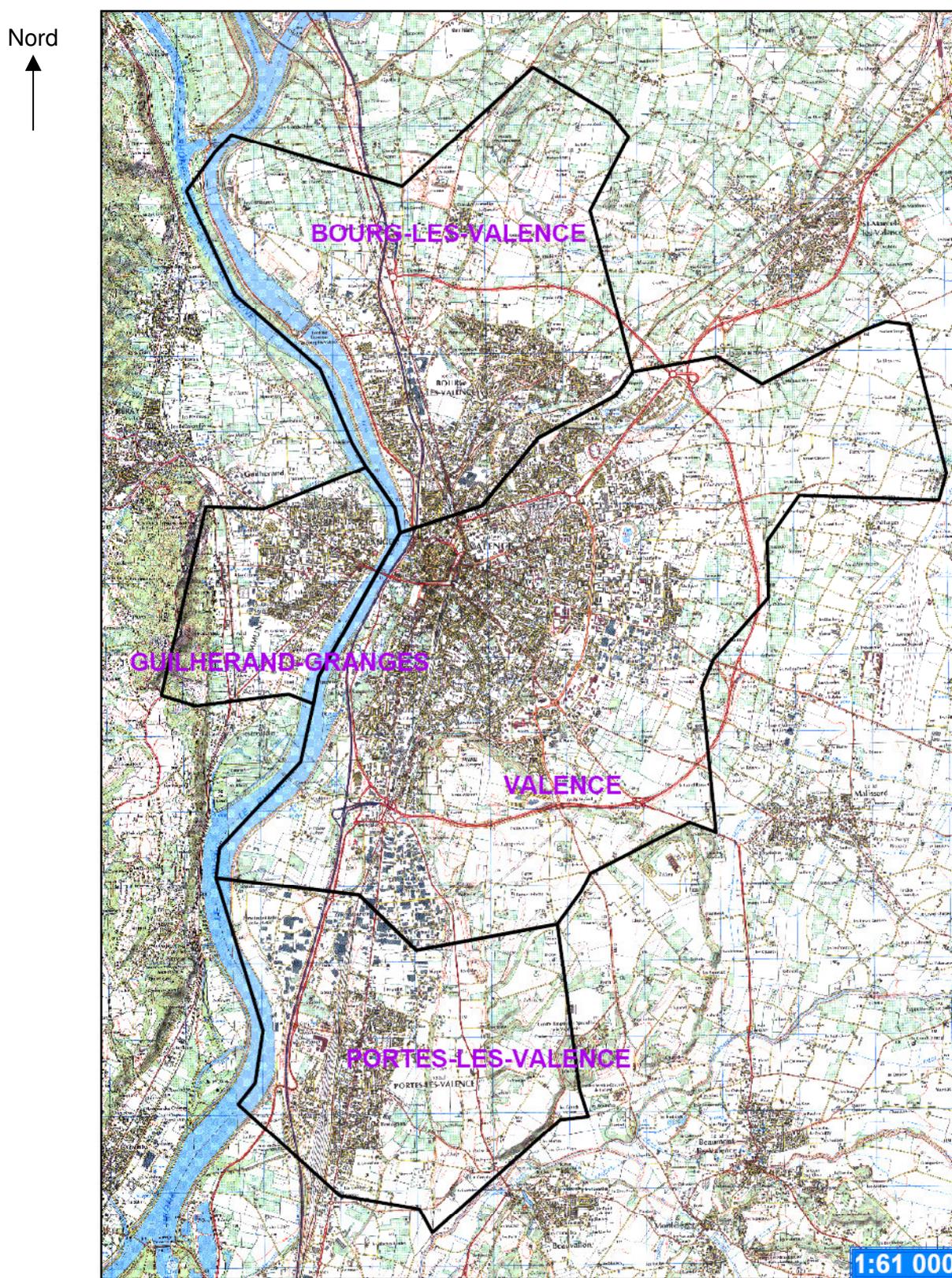
En revanche, des ceintures vertes séparent Saint Marcel lès Valence, Cornas, Saint Péray des 4 villes pré-citées et constituent donc une rupture d'urbanisation. Ces communes ne seront pas incluses dans l'étude.

Il a été considéré que le Rhône, qui sépare Guilherand-Granges des villes drômoises, ne constituait pas un obstacle à la dispersion des polluants : la pollution de l'air est jugée homogène de part et d'autre de ce fleuve.

Par ailleurs les habitants de Guilherand-Granges effectuent de nombreux déplacements vers Valence.

L'autoroute A7 (paragraphe 2.5) longe le Rhône et traverse Valence et Bourg lès Valence.

Figure 1 : Zone d'étude retenue pour Valence et son agglomération



Source : Fonds IGN 2005 / Ddass 26 - Systèmes d'Information - 24/01/2006

## 2.2 Météorologie

La vallée du Rhône est traversée par le mistral, vent froid et sec soufflant plein nord par rafales pouvant dépasser 110 km/h et dont la vitesse moyenne atteint régulièrement les 50 km/h. Plus fort en hiver et au printemps, ce vent s'observe cependant en toutes saisons et est associé à un temps clair et ensoleillé. Il accentue la sécheresse et le froid. Il est souvent observé sur plusieurs jours consécutifs et peut même persister plus d'une semaine [5]. Ces forts vents qui balayent la vallée sont propices à la dispersion des polluants. Ils constituent la majorité des courants observés sur la zone.

Les vents du sud sont les deuxièmes vents dominants et amènent la plus grande part des précipitations.

Les vents d'est et d'ouest sont rares, les derniers étant souvent associés à des intempéries (averses subites, grêles...).

Les étés sont en général chauds et secs, et les hivers frais et humides.

Valence et son agglomération bénéficient d'un ensoleillement généreux (2400 heures d'ensoleillement annuel, ensoleillement supérieur à celui de certaines villes situées plus au sud).

## 2.3 Populations et déplacements

### 2.3.1 Populations

Le Tableau 1 ci-après résume les principales caractéristiques des communes retenues dans l'étude [6].

**Tableau 1** : Caractéristiques des communes retenues dans l'EIS

| Communes                | Population sans double compte | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Densité (habitants/km <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Bourg lès Valence (26)  | 18 335                        | 20,30                         | 903,2                                |
| Portes lès Valence (26) | 8 087                         | 14,43                         | 560,4                                |
| Valence (26)            | 64 222                        | 36,69                         | 1750,4                               |
| Guilherand Granges (07) | 10 707                        | 6,55                          | 1634,7                               |
| <b>Ensemble zone</b>    | <b>101 351</b>                | <b>78,0</b>                   | <b>1299,9</b>                        |

Sources population : RGP99, Insee

Source superficie : <http://www.quid.fr/communes.html>

Au recensement 1999, les 4 communes incluses dans la zone d'étude totalisaient 101 351 habitants pour une superficie totale d'environ 78 km<sup>2</sup>.

La commune de Valence couvre 47% de cette surface et regroupe 63 % de ces habitants.

La densité moyenne dans la zone d'étude est de 1 300 hab/km<sup>2</sup> et varie, selon la commune de 560 à 1 750 hab/km<sup>2</sup>, respectivement pour Portes lès Valence et Valence.

La répartition par tranches d'âge de la population de la zone d'étude s'effectue de la façon présentée dans le Tableau 2 en page suivante [6].

**Tableau 2** : Répartition par tranche d'âge de la population de la zone d'étude, 1999

| Communes             | Nombre habitants | Population par tranche d'âge |               |               |
|----------------------|------------------|------------------------------|---------------|---------------|
|                      |                  | 0-14 ans                     | 15-64 ans     | ≥ 65 ans      |
| Bourg lès Valence    | 18 335           | 3 309                        | 12 219        | 2 807         |
| Portes lès Valence   | 8 087            | 1 520                        | 5 344         | 1 223         |
| Valence              | 64 222           | 11 075                       | 41 614        | 11 533        |
| Guilherand Granges   | 10 707           | 1 679                        | 7 052         | 1 976         |
| <b>Ensemble zone</b> | <b>101 351</b>   | <b>17 583</b>                | <b>66 229</b> | <b>17 539</b> |

Source : RGP99 [6], Insee

### 2.3.2 Déplacements domicile-travail ou domicile-école

84 % des déplacements domicile-travail ou domicile-école s'effectuent à l'intérieur de la zone d'étude (Tableau 3). 16 % des résidents actifs ou scolarisés quittent donc la zone d'étude pour aller travailler ou étudier, ce qui représente 10 % de la population totale résidente.

Il est donc possible de considérer que la grande majorité des résidents (90 %) restent dans la zone d'étude quotidiennement

**Tableau 3** : Navette domicile-travail ou domicile-école de la population de la zone d'étude

| Communes de la zone d'étude  | Population totale | Actifs avec emploi + étudiants | Actifs ou étudiants travaillant/étudiant dans leur commune de résidence |             |             | Actifs ou étudiants travaillant/étudiant dans une autre commune de la zone d'étude |             |             | Actifs ou étudiants quittant la zone d'étude pour aller travailler/étudier |             |             |
|------------------------------|-------------------|--------------------------------|---|-------------|-------------|--|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
|                              |                   |                                | n   | % actif     | %pop        | n  | % actif     | %pop        | n  | % actif     | %pop        |
| Bourg lès Valence            | 18 335            | 11 925                         | 5 476   | 45,9        | 29,9        | 4 695  | 39,4        | 25,6        | 1 754  | 14,7        | 9,6         |
| Guilherand Granges           | 10 707            | 6 915                          | 2 493   | 36,1        | 23,3        | 3 396  | 49,1        | 31,7        | 1 026  | 14,8        | 9,6         |
| Portes lès Valence           | 8 087             | 5 189                          | 2 363   | 45,5        | 29,2        | 1 966  | 37,9        | 24,3        | 860  | 16,6        | 10,6        |
| Valence                      | 64 222            | 38 844                         | 30 449  | 78,4        | 47,4        | 3 296  | 8,5         | 5,1         | 5 099  | 13,1        | 7,9         |
| <i>Ensemble zone d'étude</i> | <i>101 351</i>    | <i>62 873</i>                  | <i>40 781</i>   | <i>64,9</i> | <i>40,2</i> | <i>13 353</i>  | <i>21,2</i> | <i>13,2</i> | <i>10 297</i>  | <i>16,4</i> | <i>10,2</i> |

Source population : RGP99, Insee, exploitation Cire

% actif : nombre d'actif ou d'étudiants travaillant dans la commune, dans la zone ou hors zone ramené au nombre d'actif dans la commune considérée

%pop : nombre d'actifs ou d'étudiants ramené à l'ensemble de la population résidant sur la zone

## 2.4 Sources de pollution

Dans le cadre de la mise en place des Plans régionaux pour la qualité de l'air, le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique a réalisé en 1997 un rapport sur les différentes sources d'émissions de polluants dans l'air en France en estimant pour chacun des polluants la part attribuable aux différentes sources d'émissions [7].

Le Tableau 4 ci-dessous présente les niveaux d'émissions des 4 polluants suivis pour l'arrondissement de Valence et son unité urbaine (arrondissement et unité urbaine au sens défini dans le Citepa [7]), au sein duquel la zone d'étude regroupe près de 90% de la population (Annexe 1).

**Tableau 4** : Répartition des principales sources d'émissions de polluants atmosphériques dans l'arrondissement administratif de Valence (émissions en tonnes par an)

| Polluants   | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | COVNM        | CO           |
|---|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| Emissions (tonnes)                                    | 2 699           | 14 157          | 16 455       | 61 730       |
| <i>Origines principales en % de l'émission totale</i> |                 |                 |              |              |
| Extraction et transformation d'énergie (tonnes)       | 6,2%            | 3,8%            | 3,1%         | 0,1%         |
| Résidentiel et tertiaire (tonnes)                     | 21,0%           | 3,2%            | 13,0%        | 15,4%        |
| Industrie et traitement des déchets (tonnes)          | 6,1%            | 1,9%            | 17,3%        | 0,6%         |
| Agriculture et sylviculture                           | 6,9%            | 7,9%            | 10,8%        | 4,6%         |
| Transport routier (tonnes)                            | <b>59,7%</b>    | <b>82,8%</b>    | <b>55,1%</b> | <b>79,0%</b> |
| Transport autre                                       | 0,1%            | 0,2%            | 0,2%         | 0,2%         |
| Autre   | 0,0%            | 0,0%            | 0,5%         | 0,0%         |

Sources : CITEPA Rhône-Alpes, Inventaire d'émissions dans l'atmosphère dans le cadre des Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air, octobre 1997

Quel que soit le polluant considéré, les émissions sont majoritairement imputables aux transports routiers. Ainsi, respectivement 60 %, 83 %, 55 % et 79 % des émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) d'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) de composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM) et de monoxyde de carbone (CO) sont attribuables à cette source.

## 2.5 Circulation

Valence et son agglomération sont traversées par l'un des principaux axes de circulation de la vallée du Rhône. L'autoroute A7, qui longe le Rhône, avait en 2005 un flux moyen journalier de 59 835 véhicules (sens nord-sud ou sud-nord) entre la Gare de péage de Valence Nord et la Gare de péage de Valence Sud)<sup>2</sup>.

Lors des périodes de vacances, plus de 100 000 véhicules/jour circulent sur cet axe.

En moyenne, le trafic est composé à 81 % de véhicules légers et à 19 % de poids lourds.

La population résidant dans une bande de 50 m et de 100 m autour de l'A7 est, sur la base des données INSEE de 1990 [Asquadra] :

- Bourg lès Valence :
  - Bande de 50 m : 377 habitants, soit 2,07 % de la population de la commune et 0,34 % de la population de l'agglomération en 1990 (Valence, Portes Lès Valence, Bourg Lès Valence, Cornas, Guilherand Granges et Saint Péray)
  - Bande de 100 m : 1172 habitants (6,43 et 1,07 %)
- Valence :
  - Bande de 50 m : 88 habitants (0,14 et 0,08 %)
  - Bande de 100 m : 350 habitants (0,54 et 0,31 %)
- Portes lès Valence :
  - Bande de 50 m : 115 habitants (1.42 et 0.10 %)
  - Bande de 100 m : 231 habitants (2.86 et 0.21 %)

<sup>2</sup> Source : CCI de la Drôme, véhicules comptabilisés en "Nombre Total Moyen Journalier Annuel"

## 2.6 Surveillance de la qualité de l'air :

La surveillance de la qualité de l'air dans la zone d'étude est assurée par l'ASQUADRA (Association pour la Surveillance de la Qualité de l'Air en Drôme/Ardèche). Cette association, régie par la loi de 1901, est agréée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et est membre de la fédération ATMO.

Cette Aasqa dispose d'un réseau de surveillance comportant 2 stations fixes urbaine et périurbaine et une station trafic situées dans la zone d'étude. Ces stations sont décrites dans les tableaux 5 et 6. Leur localisation est présentée en annexe 2.

**Tableau 5** : Liste des analyseurs présents sur la zone d'étude et date de début des mesures

| Paramètres mesurés                   | Date de début des mesures |                        |                |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------|
|                                      | Valence Urbain Centre     | Valence Périurbain Sud | Valence Trafic |
| Ozone (O <sub>3</sub> )              | 30-11-2000                | 06-10-1999             | /              |
| Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) | 30-11-2000                | /                      | /              |
| Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )   | 30-11-2000                | 06-10-1999             | 13-12-2001     |
| PM <sub>10</sub>                     | 02-12-2000                | 28-10-1999             | 07-12-2001     |
| Monoxyde de carbone                  | /                         | /                      | 13-12-2001     |

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

Valence Urbain Centre : Square Lesdiguières, Valence - altitude 125 m

Valence Péri-urbain Sud : Groupe scolaire Joliot Curie, Portes-lès-Valence - altitude 125 m

Valence Trafic : rue Alsace Lorraine, Bourg lès Valence - altitude : 120 m

PM<sub>10</sub> : poussières fines en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres

**Tableau 6** : Classification des stations urbaine et péri-urbaine de la zone d'étude

| Station                | Densité de pop (hab/km <sup>2</sup> )* | Type de Station | Zone d'activité / Environnement immédiat de la station | Lieu d'échantillonnage                 | Sources de pollution  | Hauteur de prélèvement         |
|------------------------|--|-----------------|--|--|---|--------------------------------|
| Valence                | 5 197                                  | Urbaine         | Zone résidentielle                                     | Dans l'enceinte d'un bâtiment scolaire | Voies de circulations et systèmes de chauffage individuels ou collectifs à combustion | En toiture, hauteur 4,5 mètres |
| Valence Périurbain Sud | Non renseigné                          | Péri-urbaine    | Zone résidentielle                                     | Dans un square en centre-ville dense   | Voies de circulations et systèmes de chauffage individuels ou collectifs à combustion | En toiture, hauteur 4,0 mètres |

\* : dans un rayon de 1 km autour de la station

Source : ASQUADRA

Pour l'analyse, seules seront conservées les données relevées par les stations périurbaine et urbaine, conformément aux recommandations du guide méthodologique. En effet, les niveaux mesurés par ces stations de fond, qui ne sont pas sous l'influence directe d'une source de pollution atmosphérique, sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population à l'intérieur de la zone d'étude.

Les données les plus récentes communes à ces deux capteurs débutent au 02 décembre 2000. A partir de cette date, 3 paramètres sont mesurés conjointement par les deux stations : l'ozone, le dioxyde d'azote et les PM<sub>10</sub>.

Aucune mesure ponctuelle de la pollution n'a été réalisée sur les communes ne disposant pas d'un capteur fixe [ASQUADRA].

## **3 Matériel et méthode de l'EIS**

La méthodologie proposée par l'Institut de Veille Sanitaire pour l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine a été appliquée à l'agglomération valentinoise. Cette méthodologie se décompose en 4 étapes : identification des dangers, estimation de l'exposition, choix des relations exposition-risque et caractérisation du risque.

### **3.1 Identification des dangers**

Il s'agit de déterminer les dangers liés à un polluant en s'appuyant sur les résultats des études épidémiologiques et toxicologiques.

Ont été retenus les effets mis en évidence dans des études épidémiologiques en population générale à des niveaux d'exposition comparables, et pour lesquels une quantification était possible.

#### **3.1.1 Effets à court terme**

Il s'agit des effets dus à une exposition de courte durée, qui interviennent immédiatement après cette exposition. Certaines catégories de personnes peuvent être plus sensibles à la pollution atmosphérique que d'autres : les enfants, les personnes atteintes de pathologies particulières telles que l'asthme, les allergies, les troubles cardio-vasculaires et respiratoires, les personnes âgées. Les effets sont majorés par l'exercice physique.

Concernant la mortalité, il s'agit de décès anticipés, c'est-à-dire des décès qui auraient eu lieu à une date ultérieure si le niveau de pollution avait été égal au niveau de référence. Le délai d'anticipation de ces décès semble être de l'ordre de quelques semaines à plusieurs mois selon le type de pathologie à l'origine du décès.

Les indicateurs sanitaires retenus pour l'étude sont la mortalité toutes causes non accidentelles, cardio-vasculaire et respiratoire, et les admissions hospitalières pour motifs respiratoires, cardio-vasculaires et cardiaques.

#### **3.1.2 Effets à long terme**

Ils apparaissent à la suite d'une exposition chronique à la pollution atmosphérique : affections chroniques respiratoires (bronchite chronique, asthme), cancers bronchiques voire décès prématurés. L'indicateur sanitaire retenu pour l'étude est la mortalité toutes causes non accidentelles [10].

## **3.2 Choix des relations exposition-risque**

Il s'agit de caractériser les liens entre l'exposition et la probabilité de survenue du danger à cette exposition, en recourant aux résultats des études épidémiologiques déjà réalisées.

### **3.2.1 Court terme**

Dans son guide méthodologique, l'InVS a retenu les relations exposition-risque issues d'études épidémiologiques réalisées en population générale, en privilégiant les études multicentriques aux méta-analyses et les études européennes à celles menées sur d'autres continents. Les relations exposition-risque sélectionnées selon ces critères sont toutes de type linéaire sans seuil.

Les risques relatifs (RR) sont présentés avec leurs intervalles de confiance à 95% (IC 95%) dans les tableaux 7 à 12.

**Tableau 7** : Risques relatifs de mortalité totale pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution

| Indicateurs de pollution | RR    | IC 95%      | Etude retenue        |
|--------------------------|-------|-------------|----------------------|
| O <sub>3</sub>           | 1,007 | 1,003-1,010 | Psas-9 phase II [11] |
| NO <sub>2</sub>          | 1,010 | 1,007-1,013 | Psas-9 phase II      |
| SO <sub>2</sub>          | 1,011 | 1,005-1,017 | Psas-9 phase II      |
| FN                       | 1,008 | 1,006-1,010 | Psas-9 phase II      |
| PM <sub>10</sub>         | 1,006 | 1,004-1,008 | Aphea 2 [12,13]      |

**Tableau 8** : Risques relatifs de mortalité cardio-vasculaire pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution

| Indicateurs de pollution | RR    | IC 95%      | Etude retenue   |
|--------------------------|-------|-------------|-----------------|
| O <sub>3</sub>           | 1,011 | 1,004-1,018 | Psas-9 phase II |
| NO <sub>2</sub>          | 1,012 | 1,005-1,018 | Psas-9 phase II |
| SO <sub>2</sub>          | 1,008 | 1,004-1,011 | Psas-9 phase II |
| FN                       | 1,005 | 1,001-1,010 | Psas-9 phase II |

**Tableau 9** : Risques relatifs de mortalité respiratoire pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution

| Indicateurs de pollution | RR    | IC 95%      | Etude retenue   |
|--------------------------|-------|-------------|-----------------|
| O <sub>3</sub>           | 1,012 | 1,006-1,019 | Psas-9 phase II |
| NO <sub>2</sub>          | 1,013 | 1,005-1,021 | Psas-9 phase II |
| SO <sub>2</sub>          | 1,011 | 1,001-1,021 | Psas-9 phase II |
| FN                       | 1,007 | 0,999-1,015 | Psas-9 phase II |

**Tableau 10** : Risques relatifs d'hospitalisation pour affection cardio-vasculaire pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution

| Indicateurs de pollution | RR    | IC 95%      | Etude retenue   |
|--------------------------|-------|-------------|-----------------|
| NO <sub>2</sub> -hiver   | 1,010 | 1,006-1,014 | Guide InVS 1999 |
| NO <sub>2</sub> -été     | 1,012 | 1,007-1,017 | Guide InVS 1999 |
| SO <sub>2</sub> -hiver   | 1,013 | 1,006-1,020 | Guide InVS 1999 |

**Tableau 11** : Risques relatifs d'hospitalisation pour affection cardiaque pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution

| Indicateurs de pollution | Population concernée | RR    | IC 95%      | Etude retenue |
|--------------------------|----------------------|-------|-------------|---------------|
| FN                       | Tous âges            | 1,011 | 1,004-1,018 | Aphea 2       |
| FN                       | 65 ans et plus       | 1,013 | 1,004-1,022 | Aphea 2       |
| PM <sub>10</sub>         | Tous âges            | 1,005 | 1,002-1,008 | Aphea 2       |
| PM <sub>10</sub>         | 65 ans et plus       | 1,007 | 1,004-1,010 | Aphea 2       |

Les RR du guide InVS 1999 sont des métrarisques (c'est-à-dire des risques calculés à partir de plusieurs résultats) issus d'études menées à Paris et Londres [13, 14, 15, 16].

**Tableau 12** : Risques relatifs d'hospitalisation pour affection respiratoire pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution

| Indicateurs de pollution | Population concernée | RR    | IC 95 %     | Etude retenue |
|--------------------------|----------------------|-------|-------------|---------------|
| O <sub>3</sub>           | 15-64 ans            | 1,004 | 0,998-1,010 | Aphea 1       |
| O <sub>3</sub>           | ≥ 65 ans             | 1,008 | 1,004-1,014 | Aphea 1       |
| NO <sub>2</sub>          | 15-64 ans            | 1,002 | 0,997-1,007 | Aphea 1       |
| NO <sub>2</sub>          | ≥ 65 ans             | 1,004 | 0,996-1,012 | Aphea 1       |
| SO <sub>2</sub>          | 15-64 ans            | 1,002 | 0,998-1,005 | Aphea 1       |
| SO <sub>2</sub>          | ≥ 65 ans             | 1,004 | 1,001-1,009 | Aphea 1       |
| FN                       | 15-64 ans            | 1,006 | 1,001-1,010 | Aphea 1       |
| FN                       | ≥ 65 ans             | 1,001 | 0,993-1,009 | Aphea 2       |
| PM <sub>10</sub>         | ≥ 65 ans             | 1,009 | 1,006-1,013 | Aphea 2       |

Les risques relatifs associés à une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'indicateurs de pollution se situent, selon l'effet étudié et l'indicateur retenu, entre 1,001 et 1,013. Cela signifie que pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des indicateurs d'exposition, les risques de mortalité ou de morbidité hospitalière augmentent de 0,1 % à 1,3 %.

### 3.2.2 Long terme

Dans sa version actualisée provisoire, le guide InVS recommande d'utiliser la relation exposition-risque de l'étude européenne tri-nationale de Künzli et al. [17], qui est également celle retenue par l'OMS [8,9].

**Tableau 13** : Risque relatif de mortalité à long terme pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> des niveaux de PM<sub>10</sub>

| Indicateur de pollution | RR    | IC 95%      | Etude retenue            |
|-------------------------|-------|-------------|--------------------------|
| PM <sub>10</sub>        | 1,043 | 1,026-1,061 | Etude tri-nationale [17] |

### 3.3 Estimation de l'exposition

L'objectif de cette étape est de quantifier l'exposition de la population de la zone d'étude à la pollution atmosphérique à partir des données de surveillance de la qualité de l'air, mesurées habituellement par les stations du réseau de surveillance.

L'estimation de l'exposition de la population repose sur l'hypothèse selon laquelle, pour chaque polluant considéré, la moyenne journalière des capteurs sélectionnés constitue une bonne approximation de la moyenne des expositions individuelles journalières. Il s'agit donc de construire des indicateurs d'exposition pour les polluants dont les immissions sont mesurées et pour lesquels on dispose de relations exposition-risque.

Pour l'analyse, seules seront sélectionnées les stations représentatives de l'exposition de la population générale : les stations périurbaines et urbaine qui mesurent des niveaux moyens proches et bien corrélées entre elles, conformément aux recommandations du guide

méthodologique. En effet, les niveaux mesurés par ces stations de fond, qui ne sont pas sous l'influence directe d'une source de pollution atmosphérique, sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population à l'intérieur de la zone d'étude.

Ensuite on calcule, pour chaque polluant retenu, l'indicateur journalier d'exposition qui est la moyenne arithmétique des moyennes journalières (ou maximum journalier des moyennes glissantes sur 8h pour l'ozone) des capteurs sélectionnés

### 3.4 Caractérisation du risque

#### 3.4.1 Principe du calcul

Cette étape permet de quantifier l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à partir des données d'exposition et des relations exposition-risque. Il s'agit de calculer, pour la population de la zone d'étude, le nombre d'évènements sanitaires attribuables à un niveau de pollution considéré, pour une période donnée.

En pratique, la proportion de cas attribuables au niveau de pollution considéré se calcule de la manière suivante :

$$PA = \frac{f (RR-1)}{1+f (RR-1)}$$

où : PA = proportion d'évènements sanitaires attribuables au niveau de pollution considéré, pour une période donnée  
RR = risque relatif associé au niveau de pollution donné (fourni par la courbe exposition-risque)  
f = prévalence de l'exposition, c'est-à-dire la proportion de la population exposée au niveau de pollution considéré.

Dans le cas de la pollution atmosphérique urbaine, toute la population peut être considérée comme étant exposée, en moyenne, au niveau considéré (f=1) et le nombre de cas attribuables pour la période considérée est calculé par la formule simplifiée :

$$NA = \frac{N (RR-1)}{RR}$$

où : NA = nombre de cas attribuables pour la période considérée  
N = nombre moyen d'évènements sanitaires au cours de la période considérée

Ce calcul s'applique pour chacun des indicateurs d'exposition caractérisant la pollution urbaine. Cependant, les risques relatifs associés à chaque indicateur n'étant pas indépendants, les nombres d'évènements attribuables aux indicateurs de pollution ne sont pas cumulables. L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est donc estimé comme étant, au minimum, égal au plus grand nombre d'évènements attribuables à l'un des indicateurs d'exposition étudié.

#### 3.4.2 Recueil des données sanitaires

Le nombre moyen N d'évènements sanitaires au cours de la période d'étude et pour des personnes domiciliées dans la zone d'étude a été obtenu :

- pour les données de mortalité : auprès du Centre épidémiologique d'étude des causes de décès (CépiDC) de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) pour les

individus domiciliés dans la zone d'étude ; l'étude concerne la mortalité toutes causes (hors morts violentes et accidentelles)<sup>3</sup>, cardio-vasculaire<sup>4</sup> et respiratoire<sup>5</sup> ; les données correspondent à l'ensemble de la population pour le court terme, et à la population de plus de 30 ans pour le long terme ;

- pour les données d'admissions hospitalières : les informations sont extraites du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) et ont été recueillies à partir de la base des Résumés de sortie anonymisés (RSA) de la DRASS Rhône-Alpes pour les établissements hospitaliers susceptibles de recevoir en urgences des individus domiciliés dans la zone d'étude. Le motif d'admission n'étant pas disponible dans ce système d'information, il est approché par le Diagnostic principal (DP) du RSA. Ont donc été comptabilisés les nombres de RSA contenant un DP respiratoire<sup>6</sup>, cardio-vasculaire<sup>7</sup> ou cardiaque<sup>8</sup> pour les patients hospitalisés pendant plus de 24h en provenance de leur domicile et habitant dans la zone d'étude. Deux établissements situés sur la zone (Centre Hospitalier de Valence et Clinique Pasteur de Guilhaumand-Granges) et recevant en urgence ont été retenus pour l'étude.

Concernant les admissions hospitalières, Portes-lès-Valence partage son code postal avec plusieurs communes non incluses dans la zone d'étude retenue pour l'EIS. Le nombre d'admissions de cette commune a été pondéré au prorata du nombre d'habitants vivant dans les communes de même code postal.

---

<sup>3</sup> codes Cim 10<S00

<sup>4</sup> codes Cim 10 : I00-I99

<sup>5</sup> codes Cim 10 : J00-J99

<sup>6</sup> codes Cim 10 : J00-J99, pour les classes d'âge 15-64 ans et ≥65 ans

<sup>7</sup> codes Cim 10 : I00-I99, pour tous âges

<sup>8</sup> codes Cim 10 : I00-I52, pour les classes d'âge ≥65 ans et tous âges



## 4 Résultats de l'EIS

### 4.1 Estimation de l'exposition

#### 4.1.1 Niveau d'exposition

##### 4.1.1.1 Choix des polluants

Parmi les polluants surveillés dans l'agglomération valentinoise, les indicateurs de pollutions pour lesquels il existe une relation exposition-risque sont SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et O<sub>3</sub>.

En hiver, les niveaux en O<sub>3</sub> étant très faibles, cet indicateur n'est pas représentatif de la pollution atmosphérique urbaine. L'EIS pour ce polluant ne sera réalisée que pour la période estivale.

##### 4.1.1.2 Définition de la période d'étude

La période d'étude a été définie en fonction de la disponibilité des données de pollution de l'air et des données sanitaires.

La station Valence Périurbain Sud a été mise en place le 06/10/1999, la station Valence Urbain Centre le 02/12/2000.

Les données de mortalité les plus récentes concernent l'année 2001. Les données de morbidité (admissions hospitalières) disponibles sont disponibles jusqu'en décembre 2002. En 2001, les Résumés de sorties anonymisés envoyés par le principal établissement de soins du secteur n'ont pas été remplis correctement, rendant inexploitable les données relatives à l'origine géographique des patients sur cette période.

Afin de tenir compte de la disponibilité des données environnementales et sanitaires, deux périodes d'analyses ont été retenues :

- l'une pour les données de mortalité, s'étendant du 01/01/2001 au 31/12/2001.
- l'autre pour les données de morbidité, s'étendant 01/01/2002 au 31/12/2002

Les saisons tropicales sont définies pour l'été du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre de chaque année et pour l'hiver du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars.

##### 4.1.1.3 Sélection des stations

###### 4.1.1.3.1 Exhaustivité des données

Les données concernant les niveaux horaires mesurés par chacune des stations pour les différents polluants ont été transmises par l'association effectuant la surveillance de la qualité de l'air sur la zone (Asquadra).

Pour un polluant et une station donnés, la moyenne journalière d'un polluant est calculable si au moins 75 % des valeurs horaires sont disponibles (c'est-à-dire qu'au moins 18 valeurs horaires sont disponibles). Le tableau ci-après présente pour les années 2001 et 2002 le nombre de journées pour lesquelles une moyenne journalière est calculable, pour chacun des indicateurs et chaque station de mesure.

Pour qu'une station soit prise en compte pour la construction de l'indicateur final, il faut qu'à minima 75 % des moyennes journalières soient calculables.

**Tableau 14** : Proportion de jours au cours desquels une moyenne journalière ne pouvait être calculée (plus de 25% des valeurs horaires manquantes)

| Année | Emplacement station           | NO <sub>2</sub> |       | PM <sub>10</sub> |       | SO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> |       |
|-------|-------------------------------|-----------------|-------|------------------|-------|-----------------|----------------|-------|
|       |                               | VPS             | VUC   | VPS              | VUC   | VUC             | VPS            | VUC   |
| 2001  | % journées manquantes (année) | 1,40%           | 7,70% | 3,00%            | 1,40% | 1,10%           | 2,20%          | 1,60% |
|       | Eté                           | 2,70%           | 7,60% | 3,80%            | 1,10% | 0,00%           | 0,00%          | 1,60% |
|       | Hiver                         | 0,00%           | 7,70% | 2,20%            | 1,70% | 2,20%           | 4,40%          | 1,70% |
| 2002  | % journées manquantes (année) | 6,30%           | 4,10% | 9,30%            | 1,10% | 12,60%          | 1,60%          | 1,60% |
|       | Eté                           | 3,80%           | 2,70% | 11,40%           | 0,00% | 15,20%          | 0,00%          | 1,10% |
|       | Hiver                         | 8,80%           | 5,50% | 7,20%            | 2,20% | 9,90%           | 3,30%          | 2,20% |

Source : Asquadra

VPS : Valence Périurbain Sud (Portes lès Valence) - VUC : Valence Urbain Centre

Quels que soient l'année, le site de mesure et le polluant considéré, 85 à 100% des valeurs journalières sont calculables à partir des valeurs horaires. Tous les capteurs sont donc à priori utilisables sous réserve de leur bonne corrélation et de la proximité des valeurs mesurées.

Toutes les journées pour lesquelles moins de 75% des données horaires sont disponibles n'ont pas été incluses dans la construction de l'indicateur d'exposition ni dans celui des corrélations entre stations.

#### 4.1.1.3.2 Corrélation entre les niveaux de polluants mesurés par les stations

Trois polluants sont mesurés de façon commune par les stations (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>). Le SO<sub>2</sub> est mesuré uniquement par la station Valence Centre. En conséquence, ce polluant ne figure pas dans le tableau ci-après présentant, pour chacun des polluants, le coefficient de corrélation entre les niveaux mesurés par les deux stations de fond situées dans la zone d'étude.

**Tableau 15** : Coefficients de corrélation entre les stations urbaine et péri-urbaine

| Polluant                                       | 2001 | 2002 |
|--|------|------|
| Ozone (moy. des 8 heures fixes)                | 0,96 | 0,96 |
| Ozone (maximum des moyennes sur 8h glissantes) | 0,95 | 0,95 |
| Dioxyde d'azote                                | 0,76 | 0,71 |
| PM <sub>10</sub>                               | 0,85 | 0,87 |

Source : Asquadra

En 2001 comme en 2002, quel que soit le polluant, les niveaux journaliers mesurés par les deux stations étaient bien corrélés, la plus forte corrélation étant relevée pour l'ozone.

Les valeurs relevées pour chaque polluant et chaque station pour les années 2001 et 2002 sont présentées en annexe 3.

Pour chaque polluant, les moyennes des valeurs mesurées par les deux stations ne diffèrent pas de plus de 8 µg/m<sup>3</sup>. Par ailleurs, pour chaque polluant, le 25<sup>ème</sup> percentile de la distribution des valeurs mesurées par une station est inférieur au 75<sup>ème</sup> percentile de l'autre (chevauchement des espaces interquartiles).

Ces observations indiquent qu'il semble raisonnable d'utiliser la moyenne des valeurs journalières des deux stations pour la construction d'un indicateur de l'exposition de la population à l'intérieur de la zone d'étude.

#### 4.1.1.4 Descriptif des indicateurs d'exposition

Les tableaux qui suivent présentent le descriptif des indicateurs d'exposition pour chacune des deux années. Pour l'ozone, c'est le maximum des moyennes sur 8 heures glissantes au cours de la journée qui a été retenu pour la suite de l'étude, dans la mesure où c'est l'indicateur d'exposition utilisé pour la construction des relations exposition-risque utilisées ici.

**Tableau 16** : distribution des indicateurs d'exposition pour l'année 2001 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                             | Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |      |                 |       |                 |     |       |                  |     |       |
|-----------------------------|---|------|-----------------|-------|-----------------|-----|-------|------------------|-----|-------|
|                             | O <sub>3</sub>                            |      | NO <sub>2</sub> |       | SO <sub>2</sub> |     |       | PM <sub>10</sub> |     |       |
|                             | été                                       | an   | été             | hiver | an              | été | hiver | an               | été | hiver |
| <b>Nombre de mesures</b>    | 183                                       | 365  | 183             | 182   | 361             | 183 | 178   | 365              | 183 | 182   |
| <b>Minimum</b>              | 17  | 10   | 10              | 16    | 0               | 0   | 0     | 3                | 3   | 6     |
| <b>Percentile 5</b>         | 43  | 20   | 19              | 23    | 1               | 1   | 0     | 8                | 8   | 8     |
| <b>Percentile 25</b>        | 67  | 28   | 25              | 33    | 2               | 2   | 2     | 12               | 12  | 13    |
| <b>Médiane</b>              | 83  | 36   | 32              | 38    | 3               | 3   | 3     | 16               | 15  | 16    |
| <b>Percentile 75</b>        | 110                                       | 42   | 38              | 45    | 4               | 3   | 5     | 20               | 19  | 21    |
| <b>Percentile 95</b>        | 136                                       | 51   | 46              | 56    | 7               | 4   | 8     | 27               | 25  | 29    |
| <b>Maximum</b>              | 158                                       | 80   | 60              | 80    | 13              | 6   | 13    | 40               | 36  | 40    |
| <b>Moyenne</b>              | 88  | 36   | 32              | 39    | 3               | 3   | 4     | 17               | 16  | 17    |
| <b>Ecart-Type</b>           | 29,5                                      | 10,4 | 8,7             | 10,6  | 1,9             | 1,0 | 2,5   | 6,1              | 5,5 | 6,6   |
| <b>% Valeurs manquantes</b> | 0%  | 0%   | 0%              | 0%    | 1%              | 0%  | 2%    | 0%               | 0%  | 0%    |

Source Asquadra

Ozone : moyenne maximale relevée sur 8 heures glissantes

**Tableau 17** : distribution des indicateurs d'exposition pour l'année 2002 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                             | O <sub>3</sub> | NO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>10</sub> |
|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
|                             | été            | année           | été             | hiver           | année           | été             | hiver           | année            | été              | hiver            |
| <b>Nombre de mesures</b>    | 183            | 365             | 183             | 182             | 319             | 155             | 164             | 365              | 183              | 182              |
| <b>Minimum</b>              | 34             | 13              | 13              | 16              | 0               | 0               | 0               | 6                | 6                | 6                |
| <b>Percentile 5</b>         | 47             | 21              | 20              | 26              | 0               | 0               | 0               | 9                | 9                | 9                |
| <b>Percentile 25</b>        | 74             | 30              | 26              | 34              | 0               | 0               | 0               | 13               | 13               | 14               |
| <b>Médiane</b>              | 92             | 38              | 32              | 45              | 1               | 0               | 1               | 17               | 17               | 17               |
| <b>Percentile 75</b>        | 111            | 48              | 41              | 52              | 2               | 1               | 3               | 23               | 22               | 25               |
| <b>Percentile 95</b>        | 152            | 61              | 53              | 63              | 8               | 3               | 9               | 33               | 29               | 34               |
| <b>Maximum</b>              | 186            | 87              | 66              | 87              | 28              | 11              | 28              | 63               | 36               | 63               |
| <b>Moyenne</b>              | 95             | 39              | 34              | 44              | 2               | 1               | 2               | 19               | 18               | 20               |
| <b>Ecart-Type</b>           | 30,6           | 12,4            | 10,4            | 12,2            | 2,9             | 1,7             | 3,5             | 7,8              | 6,1              | 9,2              |
| <b>% Valeurs manquantes</b> | 0%             | 0%              | 0%              | 0%              | 13%             | 15%             | 10%             | 0%               | 0%               | 0%               |

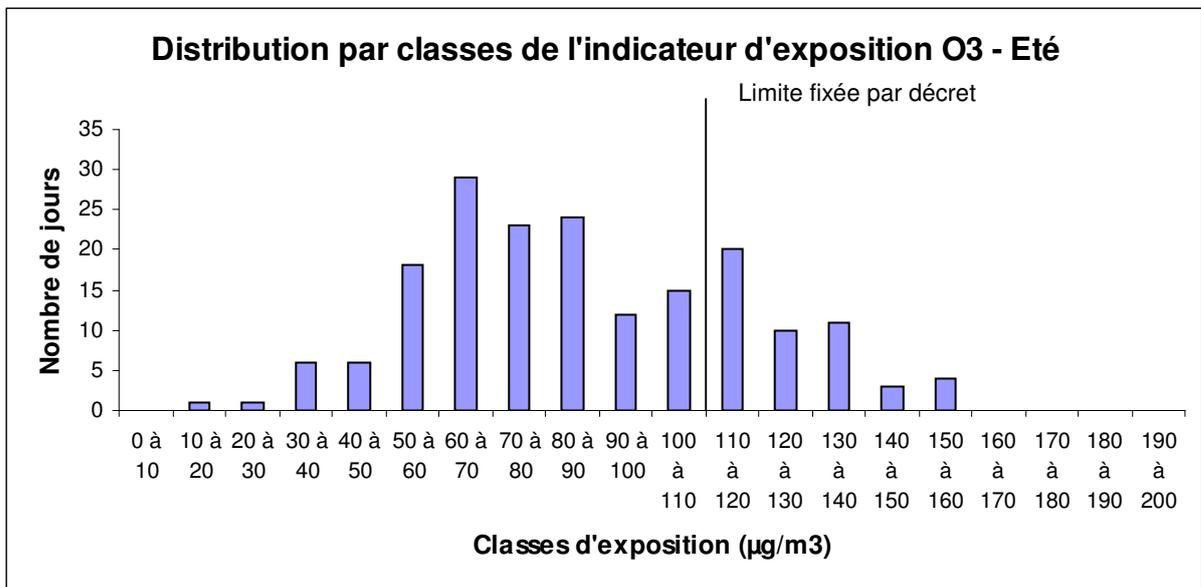
Source Asquadra

Ozone : moyenne maximale relevée sur 8 heures glissantes

Les figures 2 à 9 représentent les distributions des indicateurs d'exposition par classes de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

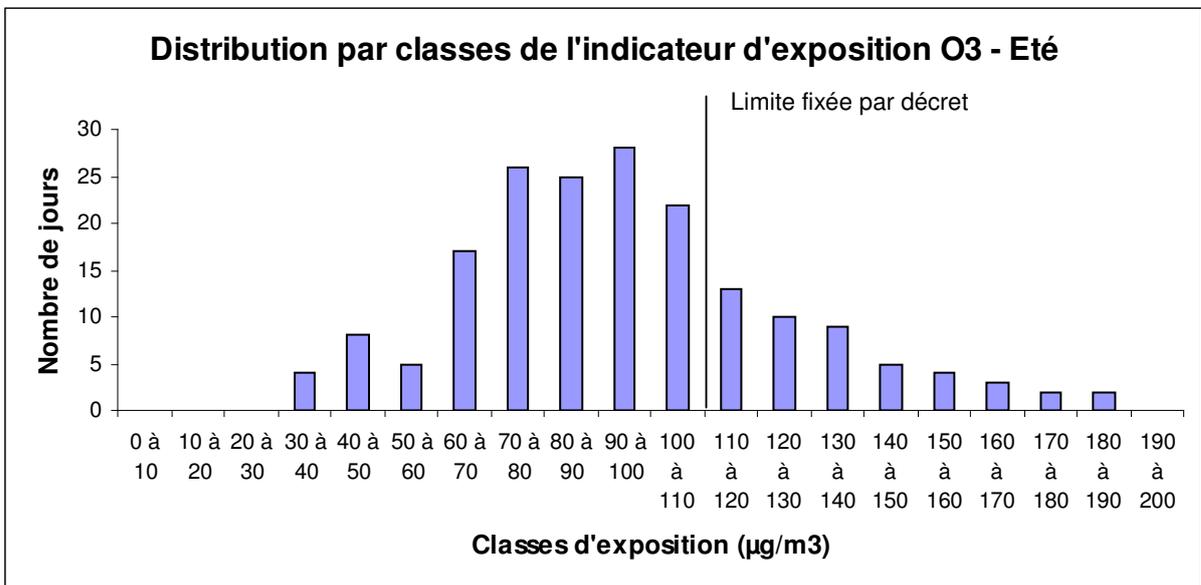
Les indicateurs sont comparés à des niveaux de référence correspondant aux objectifs de qualité figurant dans le décret 98-360 du 6 mai 1998 et le décret 2002-213 du 15 février 2002 le modifiant.

**Figure 2 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition Ozone en 2001



Source Asquadra  
Ozone : moyenne maximale relevée sur 8 heures glissantes

**Figure 3 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition Ozone en 2002

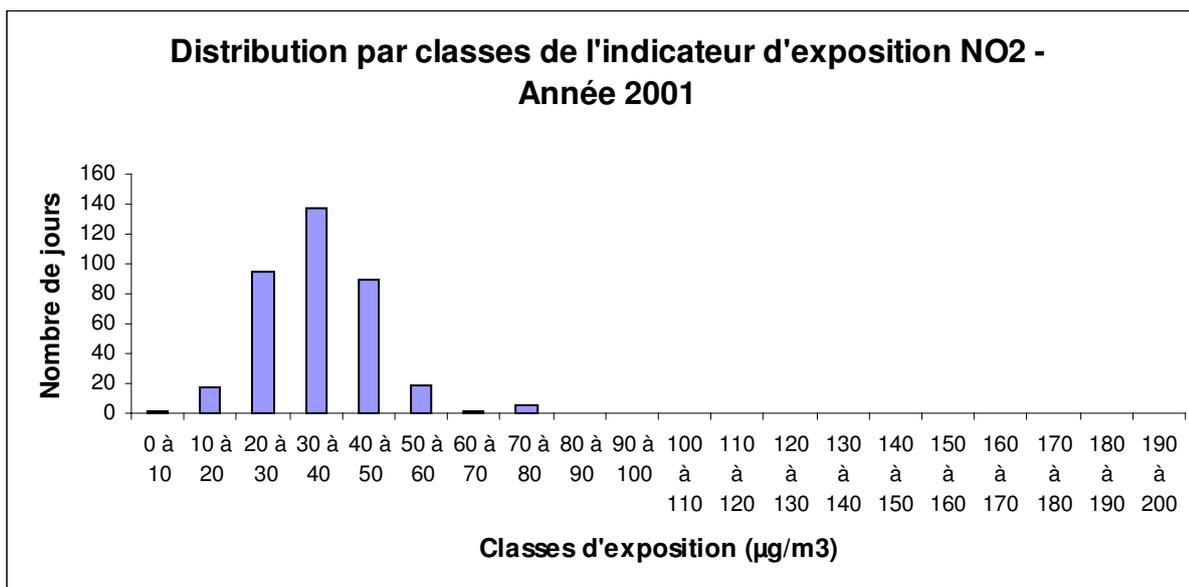


Source Asquadra  
Ozone : moyenne maximale relevée sur 8 heures glissantes

En 2001 comme en 2002, l'objectif de qualité<sup>9</sup> pour la protection de la santé humaine pour l'ozone, fixé par le décret précité à 110 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures glissantes, est dépassé pendant 26 % des journées estivales, soit 48 jours pendant l'été.

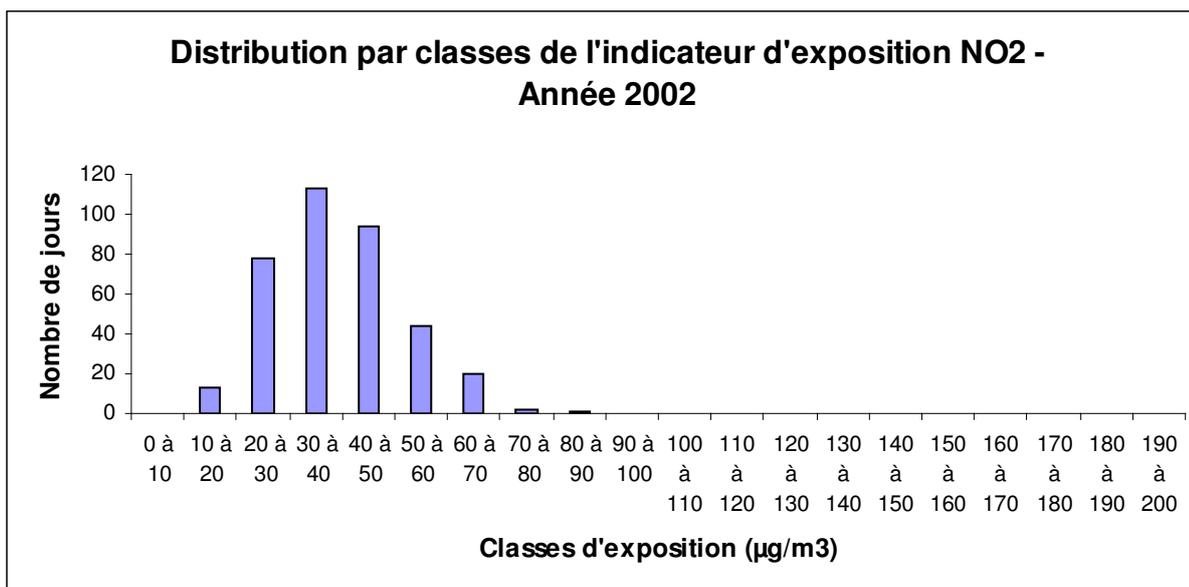
<sup>9</sup> Selon la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, un objectif de qualité est un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

**Figure 4 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition NO<sub>2</sub> en 2001



Source Asquadra  
NO<sub>2</sub> : moyenne journalière

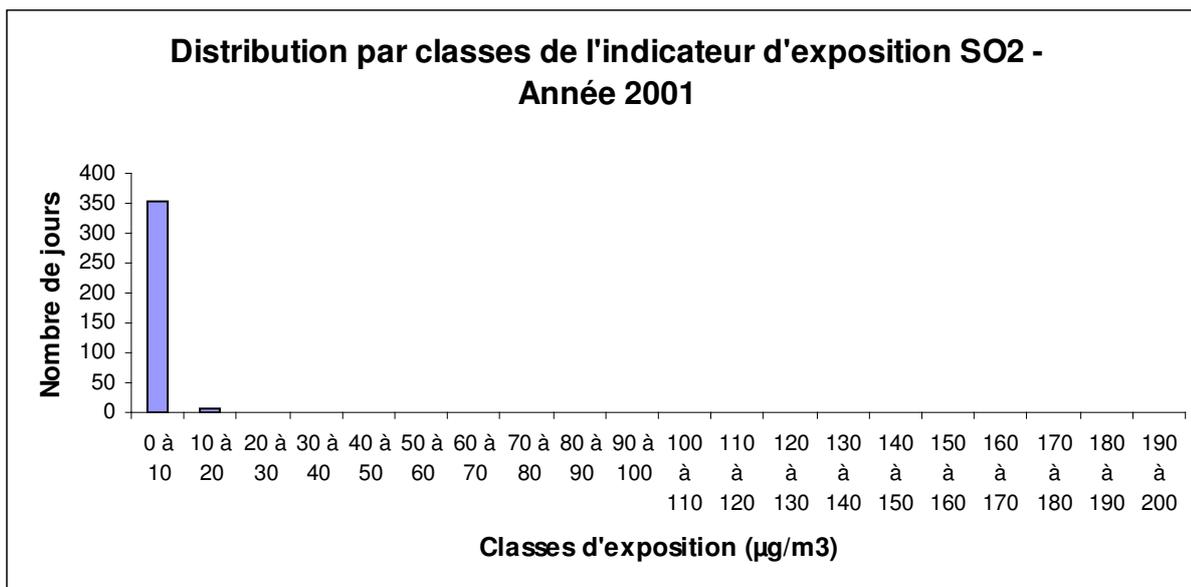
**Figure 5 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition NO<sub>2</sub> en 2002



Source Asquadra  
NO<sub>2</sub> : moyenne journalière

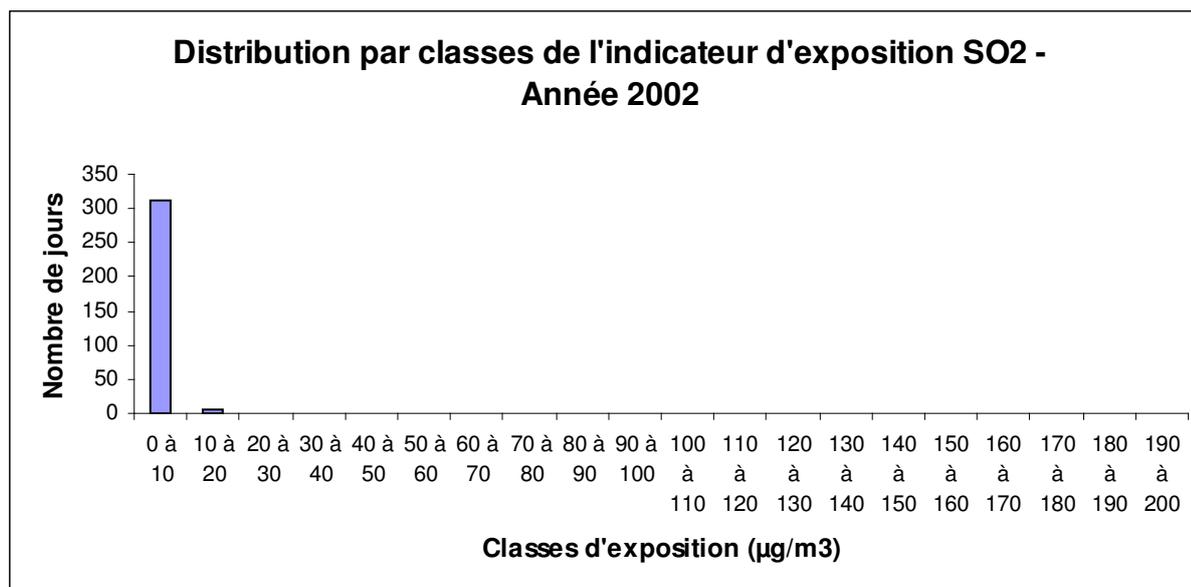
Pour le dioxyde d'azote, l'objectif de qualité de 40µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est respecté tant en 2001 qu'en 2002. Cependant, les moyennes annuelles observées sont très proches de cette valeur, et pendant plus de 25% des jours de l'année, les valeurs journalières sont supérieures à 40 µg/m<sup>3</sup>.

**Figure 6 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition SO<sub>2</sub> pour l'année 2001



Source Asquadra  
SO<sub>2</sub> : moyenne journalière

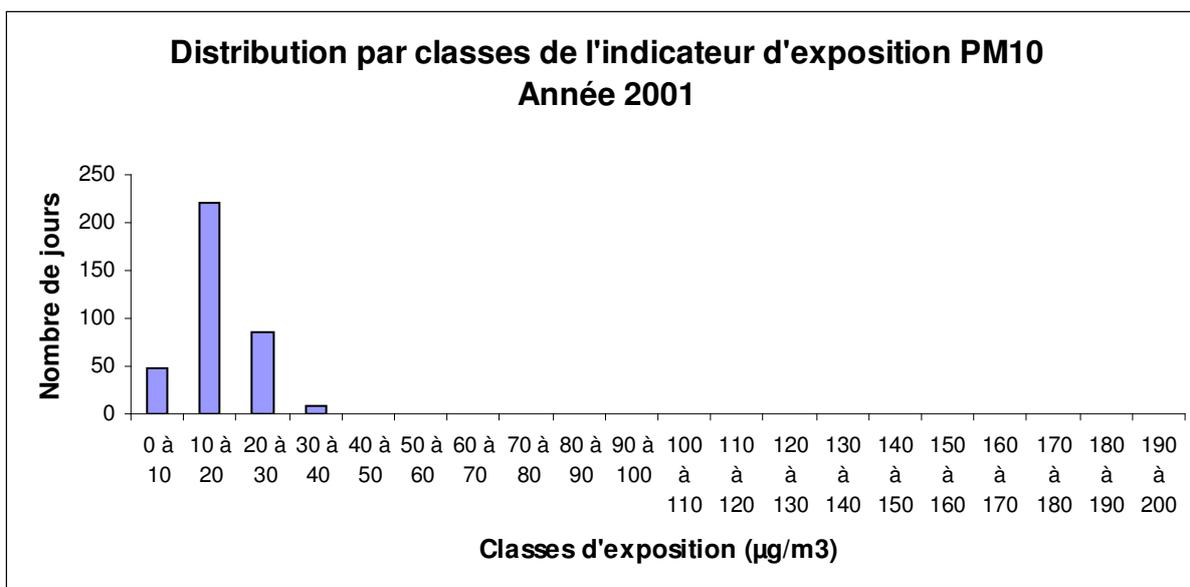
**Figure 7 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition SO<sub>2</sub> pour l'année 2002



Source Asquadra  
SO<sub>2</sub> : moyenne journalière

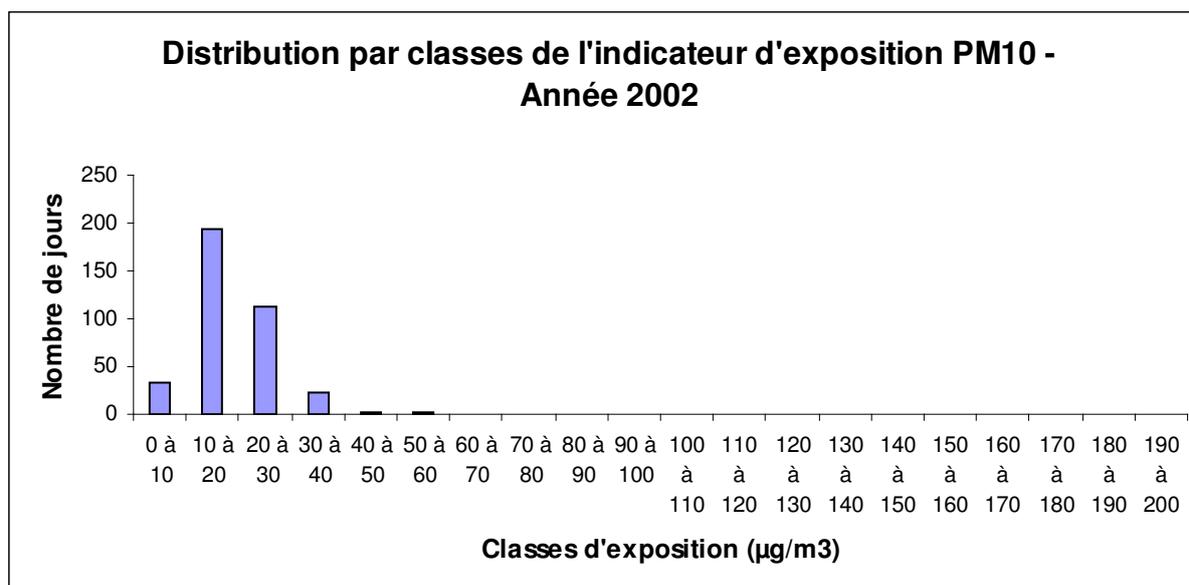
Pour le dioxyde de soufre l'objectif de qualité de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est respecté tant en 2001 qu'en 2002.

**Figure 8 :** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition PM<sub>10</sub> pour l'année 2001



Source Asquadra  
PM10 : moyenne journalière

**Figure 9:** Distribution par classes de l'indicateur d'exposition PM<sub>10</sub> pour l'année 2002



Source Asquadra  
PM10: moyenne journalière

L'objectif de qualité pour les PM<sub>10</sub> de 30µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est largement respecté tant en 2001 qu'en 2002.

La valeur limite de 50µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière n'a pas été dépassée en 2001. Elle a été dépassée trois fois en 2002, ce qui demeure en dessous des 35 dépassements journaliers autorisés par année civile.

## 4.2 Événements sanitaires recensés

### 4.2.1 Mortalité

En 2001, 793 personnes domiciliées dans les communes de Valence, Bourg-Lès-Valence, Portes-Lès-Valence et Guilherand-Granges sont décédées (hors décès de causes violentes et accidentelles).

Parmi ces décès, 250 étaient d'origine cardio-vasculaire et 46 d'origine respiratoire.

Le tableau ci-dessous présente la répartition de ces décès par saison et par cause.

**Tableau 18** : nombre de décès relevés sur la zone d'étude en 2001

| Saisons | Causes du décès                 |                   |              |
|---------|---------------------------------|-------------------|--------------|
|         | Toutes causes non accidentelles | Cardio-vasculaire | Respiratoire |
| été     | 380                             | 116               | 20           |
| hiver   | 413                             | 134               | 26           |
| Total   | 793                             | 250               | 46           |

Source : Inserm CépiDC

### 4.2.2 Morbidité (admissions hospitalières)

Le Tableau 19 présente le nombre d'admissions hospitalières pour motif respiratoire, cardiaque, cardio-vasculaire extraites du PMSI pour l'année 2002. La requête a porté sur 2 établissements de la zone d'étude (Centre Hospitalier de Valence et Clinique Pasteur de Guilherand-Granges). Ces deux établissements ont bien rempli le PMSI sur la période considérée

**Tableau 19** : Nombre d'admissions hospitalières pour motif respiratoire, cardiaque et cardiovasculaire en 2002

|                            | Cardiaque |                | Cardio-vasculaire | Respiratoire |           |                |
|----------------------------|-----------|----------------|-------------------|--------------|-----------|----------------|
|                            | tous âges | 65 ans et plus | tous âges         | tous âges    | 15-64 ans | 65 ans et plus |
| <i>Nombre d'admissions</i> | 561       | 424            | 1 303             | 702          | 242       | 249            |
| Nombre moyen journalier    | 1,5       | 1,2            | 3,6               | 1,9          | 0,7       | 0,7            |
| Taux pour 100 000 hab.     | 553,5     | 2417,5         | 1285,6            | 692,6        | 365,4     | 1419,7         |
| <b>Eté</b>                 |           |                |                   |              |           |                |
| <i>Nombre d'admissions</i> | 252       | 189            | 546               | 271          | 105       | 95             |
| Nombre moyen journalier    | 1,4       | 1,0            | 3,0               | 1,5          | 0,6       | 0,5            |
| Taux pour 100 000 hab.     | 248,6     | 1077,6         | 538,7             | 267,4        | 158,5     | 541,7          |
| <b>Hiver</b>               |           |                |                   |              |           |                |
| <i>Nombre d'admissions</i> | 309       | 235            | 758               | 431          | 137       | 154            |
| Nombre moyen journalier    | 1,7       | 1,3            | 4,2               | 2,4          | 0,8       | 0,8            |
| Taux pour 100 000 hab.     | 304,9     | 1339,9         | 747,9             | 425,3        | 206,9     | 878,0          |

Source PMSI : DRASS Rhône-Alpes

## 4.3 Estimation de l'impact sanitaire

### 4.3.1 Estimation de l'impact sanitaire à court terme

#### 4.3.1.1 Impact sanitaire total

L'impact de la pollution atmosphérique a été estimé par rapport à une exposition à une situation théorique de référence où le niveau de pollution atmosphérique est très faible ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'ozone,  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les autres polluants). Ces niveaux de pollution de référence sont inférieurs ou proches du 5<sup>ème</sup> percentile des distributions de chacun des indicateurs étudiés ; à l'exception ici des  $\text{PM}_{10}$  où la valeur de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est proche du percentile 20.

Cet impact a été calculé polluant par polluant pour les saisons pour lesquelles une relation exposition-risque était définie.

Les indicateurs de pollution sont les témoins d'une exposition à un mélange atmosphérique complexe dont la mesure n'est pas directement accessible. Les impacts de ces différents polluants ne sont pas additifs, car la population est exposée au mélange de ces polluants pour lesquels aucun indicateur n'est totalement spécifique. Les impacts estimés pour chacun des indicateurs ne peuvent donc pas être sommés, mais l'impact minimal est au moins égal au plus grand nombre d'événements attribuables parmi ceux calculés pour les indicateurs d'exposition étudiés.

Le Tableau 20 présente le nombre de cas attribuables aux indicateurs d'exposition révélant l'impact sanitaire le plus fort.

**Tableau 20** : Nombre de cas annuels les plus élevés attribuables à l'un des indicateurs d'exposition étudié

| Indicateur sanitaire       | Âges      | Indicateur d'exposition | Nombre de cas attribuables * | IC 95%  |
|----------------------------|-----------|-------------------------|------------------------------|---------|
| Mortalité totale           | Tous âges | $\text{NO}_2$           | 20                           | 14 - 26 |
| Mortalité respiratoire     | Tous âges | $\text{NO}_2$           | 2                            | 1 - 2   |
| Mortalité cardiovasculaire | Tous âges | $\text{NO}_2$           | 8                            | 3 - 11  |
| Morbidity respiratoire     | 15-64     | $\text{O}_3$ été        | -                            | -       |
|                            | 65 et +   | $\text{O}_3$ été        | 4                            | 2 - 7   |
| Morbidity cardiovasculaire | Tous âges | $\text{NO}_2$ hiver     | 25                           | 15 - 36 |
|                            | Tous âges | $\text{NO}_2$ été       | 15                           | 9 - 22  |
| Morbidity cardiaque        | Tous âges | $\text{PM}_{10}$        | 2                            | 1 - 4   |

- non significatif

\* à l'indicateur d'exposition ayant l'impact sanitaire le plus élevé

L'impact sanitaire annuel de la pollution atmosphérique sur l'agglomération valentinoise se traduit donc chaque année par :

- **20 décès anticipés**, 8 de cause cardio-vasculaire et 2 de cause respiratoire ;
- **4 admissions hospitalières pour motif respiratoire** chez les plus de 65 ans ;
- **25 admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire** en hiver et **15** admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire en été<sup>10</sup>. On distingue parmi ces hospitalisations 2 admissions hospitalières pour motif cardiaque dans la population totale.

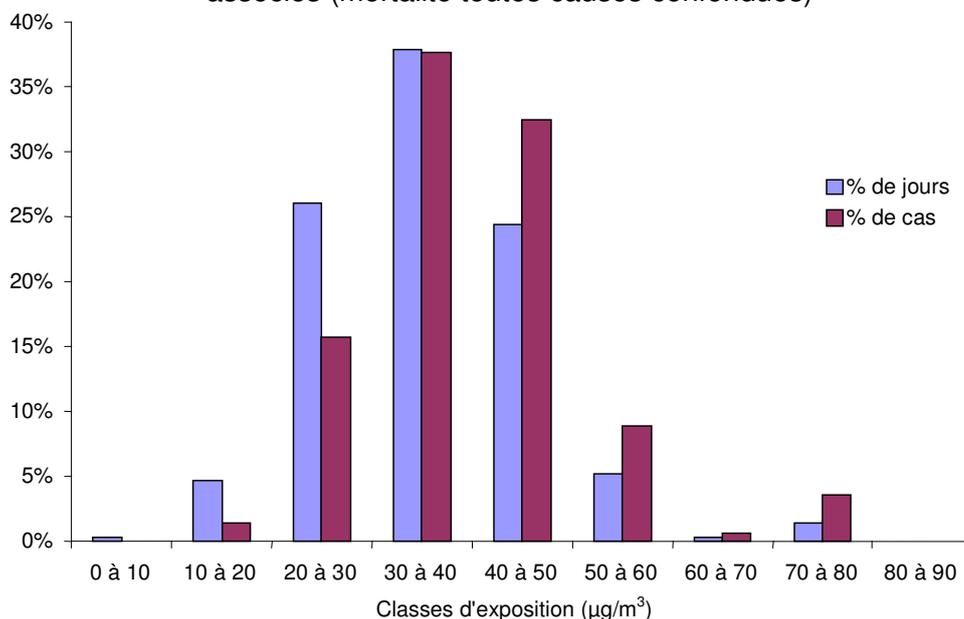
Ce sont les nombres d'évènements sanitaires qui seraient théoriquement évités si les niveaux de pollution atmosphérique étaient très faibles.

#### 4.3.1.2 Impact sanitaire par niveaux de pollution

La répartition de l'impact sanitaire des niveaux de pollution peut être représentée sous forme graphique.

Quels que soient l'indicateur d'exposition et l'indicateur sanitaire considérés, si les jours de forte pollution ont individuellement un impact sanitaire important sur la santé, leur faible fréquence limite leur part relative dans l'impact sur une année entière. Ceci est illustré par les Figure 10 à Figure 13 qui représentent respectivement la distribution des niveaux de l'indicateur NO<sub>2</sub> et la distribution des impacts qui leur sont attribuables en termes de mortalité toutes causes ; l'indicateur O<sub>3</sub> et la morbidité respiratoire chez les plus de 65 ans et l'indicateur NO<sub>2</sub> (hiver et été) et la morbidité cardiovasculaire tous âges confondus.

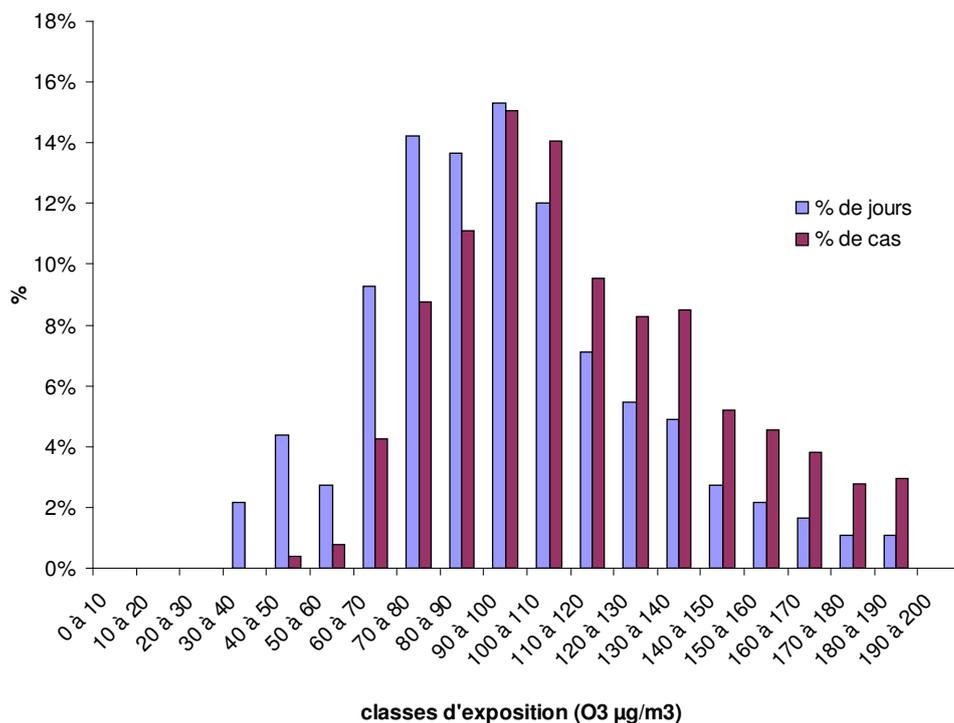
**Figure 10** : Distribution par classes des niveaux d'exposition journaliers en NO<sub>2</sub> et des impacts associés (mortalité toutes causes confondues)



On constate que les jours pour lesquels les niveaux de NO<sub>2</sub> sont inférieurs à 40 µg/m<sup>3</sup> (69 % des jours de l'année) sont responsables de 55 % de l'impact sanitaire.

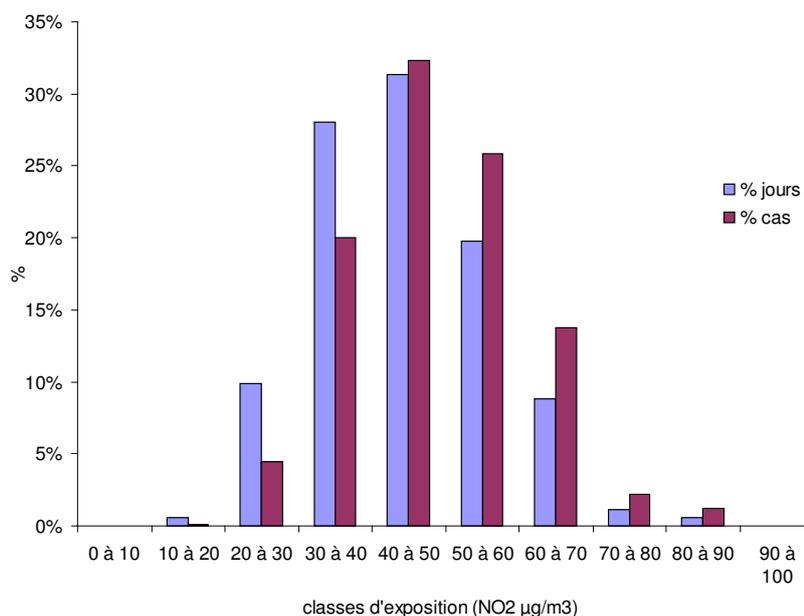
<sup>10</sup> Les risques relatifs concernant l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur les admissions pour motif cardio-vasculaire sont fournis par saison tropique et on ne connaît pas le RR pour l'année, ni la relation entre le RR année et les 2 RR obtenus par saison. De plus, la relation entre le nombre de cas attribuables et le RR n'est pas linéaire. Rigoureusement les résultats par saison ne sont donc pas additionnables sur une année.

**Figure 11 :** Distribution par classes des niveaux d'exposition journaliers en O<sub>3</sub> pendant l'été et des impacts sanitaires associés (morbidité respiratoire chez les 65 ans et plus)

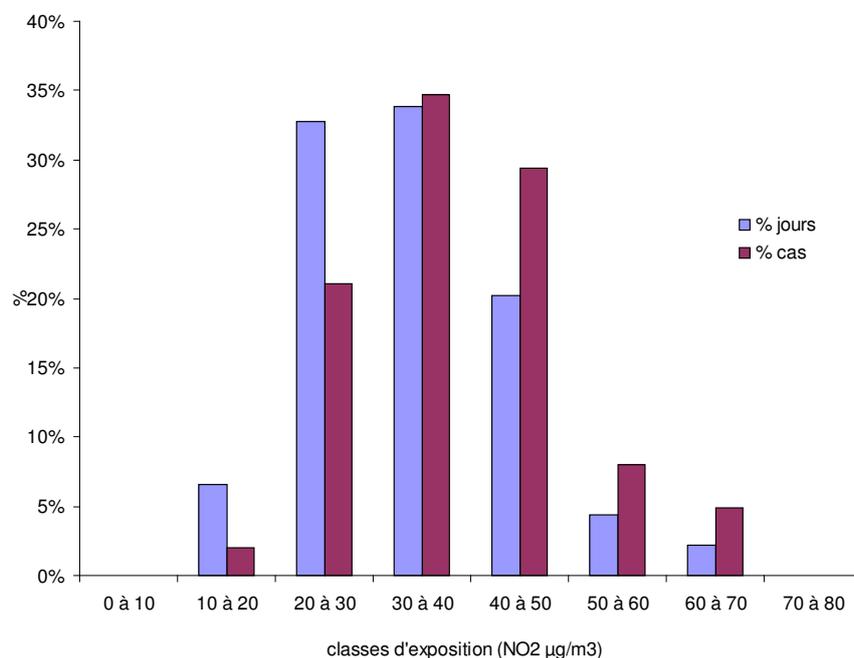


De même, les jours pour lesquels les niveaux d'O<sub>3</sub> respectent l'objectif de qualité de 110 µg/m<sup>3</sup> (74 % des jours de l'année) sont responsables de 54 % de l'impact sanitaire.

**Figure 12 :** Distribution par classes des niveaux d'exposition journaliers en NO<sub>2</sub> pendant l'hiver et des impacts sanitaires associés (morbidité cardiovasculaire tous âges)



**Figure 13** : Distribution par classes des niveaux d'exposition journaliers en NO<sub>2</sub> pendant l'été et des impacts sanitaires associés (morbidity cardiovasculaire tous âges)



Les jours pour lesquels les niveaux de NO<sub>2</sub> sont inférieurs à 40 µg/m<sup>3</sup> (38% des journées d'hiver et 73 % des journées d'été) sont responsables respectivement de 25 et 58 % de l'impact sanitaire.

#### 4.3.2 Estimation de l'impact sanitaire à long terme

A partir de la relation exposition/risque disponible et présentée en paragraphe 3.2.2, il a été possible d'estimer l'impact sanitaire en terme de mortalité totale lié aux concentrations en PM<sub>10</sub>.

**Tableau 21** : Impact sanitaire à long terme

| Indicateur sanitaire                      | Indicateur d'exposition | Nombre de cas attribuables | IC 95%  |
|---|-------------------------|----------------------------|---------|
| Mortalité toutes causes non accidentelles | PM <sub>10</sub>        | 21                         | 13 - 30 |

Il s'agit du nombre d'événements sanitaires potentiellement évitables si les concentrations en PM<sub>10</sub> étaient abaissées à un niveau très faible (10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle).

Le calcul de l'impact sanitaire à long terme doit être interprété avec précaution. Il est calculé sous l'hypothèse d'une exposition chronique à la pollution. Ce calcul fait donc l'hypothèse que les polluants (composition chimique), leur niveau et les caractéristiques socio-démographiques de la population exposée restent constants pendant une longue période.

## 4.4 Scénarii de réduction de la pollution

### 4.4.1 Effets à court terme

2 scénarii sont étudiés :

- un scénario de réduction des niveaux de pollution atmosphérique les plus élevés. Dans ce scénario, les valeurs journalières dépassant un certain niveau sont ramenées à ce niveau : 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 8 heures glissantes pour l'ozone (objectif de qualité fixées par le décret n°98-360 du 6 mai 1998 modifié par le décret 2002-213 relatif à la surveillance de la qualité de l'air ou recommandées par le CSHPF), 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le  $\text{NO}_2$  et 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les  $\text{PM}_{10}$ . Ainsi, pour l'ozone, tous les niveaux journaliers (maximum des moyennes sur 8h glissantes) supérieurs à 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont ramenés à 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pour le  $\text{NO}_2$ , les moyennes journalières supérieures à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont ramenées à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  etc. Par exemple, une journée d'été pour laquelle les niveaux moyens d'ozone se sont élevés à 145  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sera abaissée à 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et l'impact sanitaire correspondant à cette nouvelle valeur sera recalculé
- un scénario de réduction globale, pour lequel les niveaux journaliers de pollution sont tous abaissés de 25 %.

Pour chaque scénario, les gains sanitaires attribuables à chaque indicateur sont présentés dans le tableau suivant<sup>11</sup>. Les gains ne sont calculés qu'à partir des indicateurs ayant l'impact sanitaire le plus fort, mis en évidence dans le paragraphe précédent (Tableau 20).

**Tableau 22** : Gains sanitaires selon différents scénarii de réduction de la pollution et pour chaque indicateur sanitaire

| Indicateur sanitaire                           | Impact total | Suppression des valeurs élevées          |                       | Diminution des niveaux quotidiens de 25 % |                       |
|--|--------------|--|-----------------------|---|-----------------------|
|  |              | Gain sanitaire (nombre de cas évitables) | % de gains sanitaire* | Gain sanitaire (nombre de cas évitables)  | % de gains sanitaire* |
| Mortalité totale                               | 20,1         | 1,8                                      | 8,8                   | 6,9                                       | 34,3                  |
| Mortalité respiratoire                         | 1,5          | 0,1                                      | 8,9                   | 0,5                                       | 34,2                  |
| Mortalité cardiovasculaire                     | 7,6          | 0,7                                      | 8,9                   | 2,6                                       | 34,2                  |
| Morbidité respiratoire chez les 65 ans et plus | 4,1          | 0,5                                      | 12,6                  | 1,7                                       | 41,6                  |
| Morbidité cardiovasculaire (hiver)             | 25,4         | 5,5                                      | 21,8                  | 8,1                                       | 31,9                  |
| Morbidité cardiovasculaire (été)               | 15,5         | 1,34                                     | 8,7                   | 5,4                                       | 35,0                  |
| Morbidité cardiaque                            | 2,5          | 0,1                                      | 5,7                   | 1,3                                       | 52,4                  |

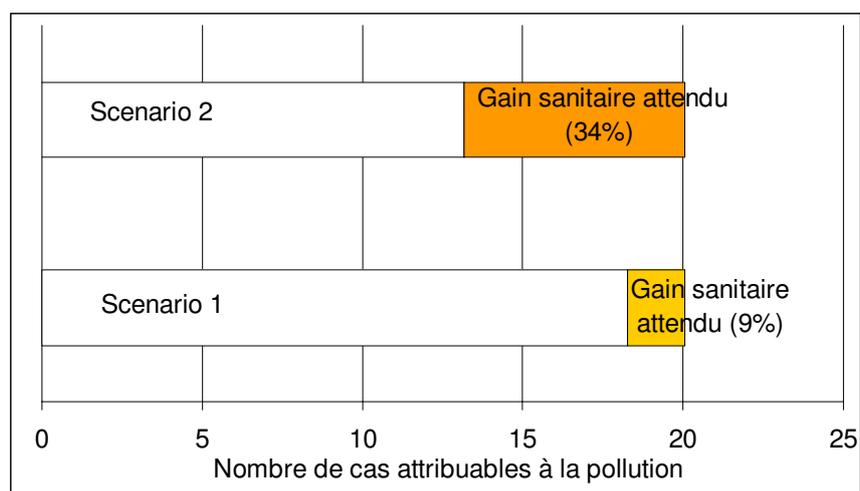
\* le pourcentage de gain sanitaire est le rapport du nombre de cas évités sur le nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique (impact total)

L'impact sanitaire du scénario de suppression des niveaux de pollution atmosphérique les plus élevés est faible (6 à 22 %) quel que soit le polluant considéré. Ceci vient du fait que si les jours de pollution sont en effet les jours pour lesquels l'impact sanitaire est le plus fort, leur faible fréquence en limite l'importance relative à l'échelle de l'année entière.

<sup>11</sup> Cf annexe 4 : intervalle de confiance et seuils des différents indicateurs et scénario

Une réduction de 25% des niveaux journaliers de pollution atmosphérique permettrait d'éviter 34% des décès anticipés et 32% à 52% des hospitalisations attribuables à la pollution atmosphérique. Quel que soit l'indicateur sanitaire considéré, le gain sanitaire potentiellement obtenu par une diminution de 25 % des niveaux de pollution est toujours supérieur au gain sanitaire obtenu par la suppression des niveaux de pollution les plus élevés. Ceci est illustré par le graphique ci-après en ce qui concerne la mortalité totale anticipée.

**Figure 14** : Gains sanitaires attendus concernant la mortalité anticipée toutes causes confondues selon les deux scénarii de réduction de la pollution



Scénario 1 : réduction des niveaux de pollution atmosphérique les plus élevés

Scénario 2 : réduction des niveaux quotidiens de la pollution atmosphérique de 25 %

#### 4.4.2 Effets à long terme

Le Tableau 23 présente le gain sanitaire attendu pour quatre scénarii de réduction des niveaux de pollution atmosphérique.

**Tableau 23** : Impact à long terme : gain sanitaire attendu (nombres annuels de décès évitables) pour 4 scénarii de réduction de la pollution atmosphérique (PM<sub>10</sub>)

| Mortalité toutes causes non accidentelles chez les plus de 30 ans Long terme  | Nombre de cas attribuables | Gain sanitaire (nombre de cas évités) | % de gain sanitaire* |
|---|----------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Impact total  | 21,5                       | /                                     | /                    |
| Scénarios   |                            |                                       |                      |
| - Gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle au niveau de la norme européenne 2005 (40 µg/m <sup>3</sup> ) | /                          | 0,0                                   | 0,0                  |
| - Gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle au niveau de la norme européenne 2010 (20 µg/m <sup>3</sup> ) | /                          | 0,0                                   | 0,0                  |
| - Gain sanitaire lié à la diminution de 5 µg/m <sup>3</sup> de la moyenne annuelle  | /                          | 16,5                                  | 76,7                 |
| - Gain sanitaire attribuable à une diminution des niveaux de 25 %   | /                          | 13,2                                  | 61,5                 |

Le gain sanitaire obtenu avec les deux premiers scénarii est nul puisque la moyenne annuelle observée ( $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est inférieure aux niveaux de la norme européenne applicables en 2005 ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et en 2010 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

En diminuant la moyenne annuelle de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ce qui correspondrait à une moyenne annuelle de  $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), le gain sanitaire s'élèverait à 16,5 décès évitables, soit 76,7 % de gain sanitaire.

Enfin, une diminution de 25% de la moyenne annuelle actuelle (qui permettrait d'atteindre une moyenne annuelle de l'ordre de  $12,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) permettrait un gain sanitaire de **13,2** décès évitables, soit **61,5%** de gain sanitaire.



## 5 Discussion

### 5.1 Hypothèses, limites et incertitudes de l'EIS

L'évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération valentinoise a été menée en suivant la méthodologie proposée par le guide InVS 1999 et ses recommandations provisoires rédigées en 2003. Les 4 étapes de la démarche d'EIS ont été appliquées : identification des dangers, choix des relations exposition-risque, estimation de l'exposition, caractérisation du risque.

Afin d'apprécier la validité des résultats obtenus, il convient de rappeler et de préciser les hypothèses, erreurs et incertitudes inhérentes à chacune de ces étapes (qui le plus souvent sont susceptibles d'entraîner une sous-estimation de l'impact sanitaire global).

#### 5.1.1 Identification des dangers

Les polluants retenus pour cette étude sont ceux qui sont mesurés sur l'agglomération valentinoise et pour lesquels on dispose d'une relation exposition-risque : ils ne représentent qu'une partie du mélange complexe que constitue la pollution atmosphérique.

De même, les effets retenus sont ceux pour lesquels une quantification était possible :

- en ce qui concerne la morbidité à court terme, seuls sont pris en compte les effets ayant nécessité une hospitalisation, alors que l'on peut penser que les hospitalisations ne représentent qu'une faible fraction de la morbidité liée à la pollution atmosphérique ;
- parmi les effets à long terme, seule la mortalité a été étudiée, alors que tous les effets n'entraînent pas de décès.

D'une manière générale, les limites présentes à cette étape de l'EIS conduisent donc à une sous-estimation de l'impact sanitaire global de la pollution atmosphérique.

#### 5.1.2 Choix des relations exposition-risque

Les relations exposition-risque utilisées pour cette EIS sont fondées sur des observations épidémiologiques à des faibles niveaux d'exposition, ce qui ne nécessite pas d'extrapolation animal/homme ni haute dose/basse dose ; par contre, elles ont été obtenues pour des zones géographiques différentes de notre zone d'étude, qui peut être soumise à une pollution atmosphérique de composition différente.

Cependant, l'utilisation de relations exposition-risque établies par des études européenne (Apeha 2) et française (Psas-9) pour estimer l'impact à court terme limite cet inconvénient. En effet, ces études ont montré la cohérence des relations entre exposition à la pollution atmosphérique et risque de mortalité et d'admission hospitalière pour motif respiratoire dans plusieurs villes d'Europe, quelles que soient les caractéristiques locales.

En revanche, la relation exposition-risque utilisée pour estimer l'impact à long terme provient de l'étude tri-nationale de Künzli et al., elle-même fondée sur les résultats de deux études de cohorte américaines. Les conditions dans lesquelles ont été réalisées ces études sont potentiellement différentes de celles rencontrées ici, en terme de causes de mortalité, de composition qualitative de la pollution atmosphérique particulaire et de caractéristiques socio-démographiques.

### 5.1.3 Estimation de l'exposition

L'estimation de l'exposition repose sur l'hypothèse selon laquelle la moyenne journalière des valeurs enregistrées par les capteurs sélectionnés constitue une bonne approximation de la moyenne des expositions individuelles journalières de la population concernée.

L'exposition est donc estimée pour l'ensemble des personnes résidant dans la zone d'étude et non à l'échelon individuel (on ne connaît pas les budgets espace-temps des individus c'est-à-dire le temps passé à un endroit donné par chaque personne), alors qu'au cours d'une journée les individus sont exposés à des niveaux de pollution variables. D'autre part, une partie de la population peut s'absenter de la zone d'étude au cours de la journée pour des raisons professionnelles ou personnelles. En fonction des situations individuelles, l'exposition peut ainsi être sous-estimée ou sur-estimée par l'indicateur construit ici. Pour les mêmes raisons, la zone d'étude attire une population non-résidente, ce qui conduit cette fois à sous-estimer l'impact sanitaire réel puisque cette population ne résidant pas dans la zone d'étude n'est pas comptabilisée dans les données de mortalité et d'activité hospitalière alors qu'elle est exposée aux niveaux de pollution atmosphérique rencontrés dans la zone d'étude.

Par ailleurs, on ne dispose pas des niveaux de pollution en tous points de la zone d'étude mais d'un niveau moyen, calculé à partir des valeurs d'immissions enregistrées par les stations de mesure. Ce niveau dépend de la configuration du réseau de mesure ; de ce fait, une implantation différente des capteurs aurait pu conduire à une estimation différente des indicateurs d'exposition. Cependant, l'utilisation de stations de fond minimise sans doute les écarts qui pourraient être observés si l'indicateur était construit à l'aide des niveaux mesurés par des stations de fond localisées à d'autres endroits de la zone d'étude.

### 5.1.4 Caractérisation du risque

Le calcul d'un risque attribuable à un facteur de risque nécessite que la relation entre l'exposition au facteur de risque et la maladie soit de nature causale. En l'occurrence, la confrontation des résultats épidémiologiques aux critères de causalité habituellement retenus permet de conclure que la pollution atmosphérique constitue bien un facteur de risque pour la santé de nature causale.

Dans la mesure où la population est exposée à un ensemble de polluants pour lesquels aucun indicateur n'est totalement spécifique, les impacts estimés par indicateur de pollution ne sont pas additifs. Ainsi, si certains polluants ont une toxicité propre, ils sont avant tout les témoins d'une exposition à un mélange chimique complexe, inaccessible directement à la mesure. De plus, les polluants peuvent interagir et l'effet d'un polluant (ou de la pollution dont il est le témoin) peut varier en fonction du niveau d'autres polluants.

Les impacts estimés pour chacun des indicateurs ne peuvent donc pas être sommés. Pour un indicateur sanitaire donné, le nombre de cas attribuables retenu correspond donc à la valeur la plus élevée parmi celles obtenues parmi les différents indicateurs de pollution disponibles. Il s'interprète comme l'estimation minimale de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine dans son ensemble.

Ainsi, une action visant à réduire le niveau d'un indicateur sans réduction de la pollution globale ne produirait pas les effets positifs escomptés. Une politique de réduction de risque ne peut être envisagée qu'à travers une approche globale (réduction des émissions liées à l'ensemble des sources), la pollution atmosphérique dans son ensemble constituant le facteur de risque à maîtriser.

### **5.1.5 Dénombrement des effets sanitaires**

Globalement, l'erreur sur le dénombrement des effets sanitaires (mortalité, admissions hospitalières) est limitée par le regroupement des effets en grandes catégories de diagnostics. Cependant, des difficultés de codage des causes de décès peuvent être envisagées plus fréquemment chez les plus de 65 ans.

Concernant les admissions hospitalières, elles ont été dénombrées à partir des données PMSI de la Drass Rhône-Alpes. L'absence de distinction entre urgences et admissions programmées dans le PMSI conduit à sur-estimer le nombre d'événements sanitaires et donc l'impact sanitaire en terme de morbidité, tandis que la non prise en compte des passages aux urgences n'entraînant pas d'admission aurait au contraire tendance à la sous-estimer. Par ailleurs, les erreurs de remplissage des données PMSI par un établissement en 2001 ont conduit à exclure cette année de l'étude des données de morbidité.

Enfin, en ce qui concerne l'impact à long terme, la modification potentielle à long terme de la population concernée et de ses causes de mortalité, de son espérance de vie moyenne et de la pollution atmosphérique locale sur un plan qualitatif sont autant de sources d'incertitude.

## **5.2 Interprétation des résultats**

Ce travail ne vise pas à démontrer que la pollution atmosphérique a des effets sur la santé mais à quantifier cet impact au niveau local. En effet, la pollution atmosphérique a fait l'objet d'une abondante littérature scientifique qui permet de conclure à l'existence d'effets néfastes sur la santé des populations même pour de faibles niveaux d'exposition et à l'inexistence apparente de seuils pour la manifestation de ces effets au niveau d'une population.

Au vu des incertitudes et limites présentées ci-dessus, les résultats doivent être interprétés comme des ordres de grandeur de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé de la population. Il s'agit d'une estimation réalisée sur la base des acquis scientifiques actuels et des données disponibles.

L'estimation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à court terme se traduit par un nombre de décès anticipés attribuables à un différentiel de pollution donné au cours d'une année. Le nombre de décès anticipés calculé ne s'interprète pas comme un excès absolu de mortalité, mais comme une estimation du nombre de personnes qui, au cours d'une année, ont vu leur espérance de vie diminuée.



## 6 Conclusion et recommandations

### 6.1 Un impact collectif non négligeable

Sur une année, l'impact à court terme de la pollution atmosphérique pour l'agglomération valentinoise (101 351 habitants), évalué par rapport à une situation théorique sans pollution atmosphérique, a été estimé, en moyenne, à 20 décès anticipés, 4 hospitalisations pour motif respiratoire, 25 admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire en hiver et 15 en été. Le gain sanitaire d'une diminution de 25% des niveaux moyens de pollution a été estimé à 34% des décès anticipés et jusqu'à 52% des hospitalisations attribuables à la pollution atmosphérique.

L'impact sanitaire à long terme a été estimé à 21 décès annuels, et le gain sanitaire d'une diminution de 25% des niveaux moyens de pollution a été estimé à 62% de ces décès attribuables à la pollution atmosphérique.

Il s'agit là d'ordres de grandeur mais ces chiffres illustrent le fait que la pollution atmosphérique exerce des effets sur la santé d'une population, même pour des niveaux modérés de pollution, situés en deçà des normes. Ce résultat traduit le fait que même si les risques relatifs associés à la pollution sont faibles, la proportion importante de personnes exposées aboutit à un impact collectif non négligeable.

### 6.2 Un impact dû aux niveaux habituels plutôt qu'aux pics de pollution

Les épisodes de pollution atmosphérique dépassant les seuils réglementaires de recommandations et d'alerte monopolisent souvent l'attention et sont perçus comme des situations « d'alerte sanitaire ». Or cette étude montre que les effets sanitaires apparaissent déjà à des niveaux de pollution bien inférieurs à ceux pour lesquels les mesures sont prises actuellement.

Ainsi, le strict respect des niveaux réglementaires permettrait un gain sanitaire d'au maximum 22% de l'impact total tandis qu'une réduction des niveaux de pollution de 25% serait accompagnée d'une réduction de 32% à 52% des effets sanitaires.

En pratique, cela signifie qu'une politique locale de gestion des risques qui ne viserait qu'à éviter les dépassements des seuils réglementaires n'aurait qu'un impact marginal en termes de bénéfices sur la santé publique. Les actions les plus efficaces sont celles qui visent à réduire les émissions à la source, de façon quotidienne, même si les actions de diminution des "pics de pollution" doivent être maintenues en parallèle. La pollution atmosphérique sur l'agglomération étant principalement d'origine automobile, il faudrait réduire les émissions automobiles dans leur ensemble. Il serait illusoire de considérer que l'abaissement d'un polluant spécifique, qui n'est qu'un indicateur d'un état complexe de l'atmosphère, conduirait à un bénéfice sanitaire significatif.

### **6.3 Des résultats à enrichir et à communiquer**

La principale source d'incertitude lors de la réalisation d'une EIS provient de l'estimation des expositions, au moyen du réseau de mesure des immissions urbaines. Cependant, des travaux sont en cours, à partir d'outils tels que modèles ou cadastres des émissions, et pourront alimenter une meilleure connaissance de cette exposition.

Une meilleure connaissance des budgets espace-temps de la population permettrait également de mieux estimer les niveaux d'exposition réels à la pollution atmosphérique.

Une autre limite importante pourrait être levée si l'on disposait d'indicateurs de santé recueillis en population générale, notamment la prévalence de l'asthme en fonction de sa sévérité, qui permettrait de mesurer l'impact de la pollution atmosphérique sur l'incidence des crises d'asthme et ne pas rester cantonné aux effets nécessitant une hospitalisation. La connaissance des prises médicamenteuses pourrait aussi préciser les impacts sanitaires.

La communication des résultats de cette étude aux décideurs locaux, aux médias et au public devrait permettre :

- une meilleure sensibilisation aux dangers de la pollution atmosphérique respirée quotidiennement par l'ensemble de la population (notamment présence d'effets pour des niveaux en deçà des normes, grand nombre de personnes exposées et importance de la pollution chronique par rapport aux "pics") ;
- une meilleure prise en compte des effets sanitaires de la pollution chronique par rapport aux effets liés aux "pics" de pollution ;
- de construire une politique de réduction de la pollution atmosphérique plus efficace en terme d'impacts sur la santé publique.

## 7 Références bibliographiques

1. 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> janvier 1997.
2. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement - Préfecture de la Région Rhône-Alpes. Plan Régional pour la qualité de l'air, Région Rhône-Alpes.
3. Institut de Veille Sanitaire. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine, guide méthodologique. Institut de Veille Sanitaire. France. Juillet 1999. 48 pages.
4. Institut de Veille Sanitaire. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Actualisation du guide méthodologique : recommandations provisoires pour les évaluations de l'impact sanitaire court terme et long terme et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. Institut de Veille Sanitaire. France. Mars 2003. 37 pages.
5. Météo France. Site Internet.  
[http://www.meteofrance.com/FR/glossaire/designation/1080\\_curieux\\_view.jsp](http://www.meteofrance.com/FR/glossaire/designation/1080_curieux_view.jsp)
6. Insee (Institut national de la statistique et des études économiques). Recensement de la population de 1999.
7. Fontelle JP, Chang JP, Audoux N et al. Inventaires d'émissions dans l'atmosphère dans le cadre des plans régionaux pour la qualité de l'air. Région Rhône-Alpes. Citepa octobre 1997.
8. OMS (Organisation mondiale de la santé). Guidelines for Air Quality, Geneva 2000.
9. OMS (Organisation mondiale de la santé). Quantification of Health Effects of Exposure to Air Pollution Report on a WHO Working Group Bilthoven, Netherlands 20–22 November 2000, WHO Regional Office for Europe. 2001, 30 pages.
10. Pope CA III, Burnett RT, Thun MJ et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002, 287(9):132-41.
11. Institut de Veille Sanitaire. Programme de surveillance Air et Santé – 9 villes. Rapport phase II. Institut de Veille Sanitaire. Juin 2002. 181 pages.
12. Katsouyanni K. et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality : results from 29 European cities within the APHEA 2 project. Epidemiology 2001, 12(5):521-31.
13. Atkinson RW et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA2 project. Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Respir Crit Care Med 2001,164(10pt1):1860-6.
14. Medina S. et al. ERPURS, Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé. Résultats 1991-1995. Rapport d'étude de l'Observatoire Régional de la Santé d'Ile de France, Paris, 1997.
15. Spix C. et al. Short term effects of air pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe: a quantitative summary of APHEA study results. Archives of Environmental Health 1998,53-53:64.
16. Poloniecki et al. S. Daily times series for cardiovascular hospital admissions and previous day's air pollution in London, UK. Occupational Environmental Medicine 1997,54:535-40.
17. Künzli N, Kaiser R, Medina S et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. Lancet 2000, 356(9232):795-801.
18. Institut de Veille Sanitaire. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine, guide méthodologique. Institut de Veille Sanitaire. France. Juillet 1999. 48 pages.

19. Institut de Veille Sanitaire. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Actualisation du guide méthodologique : recommandations provisoires pour les évaluations de l'impact sanitaire court terme et long terme et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. *Institut de Veille Sanitaire. France. Mars 2003. 37 pages.*
20. Institut de Veille Sanitaire. Programme de surveillance Air et Santé – 9 villes. Rapport phase II. *Institut de Veille Sanitaire. Juin 2002. 181 pages.*

## ANNEXE 1

### Communes retenues dans l'étude réalisée par le CITEPA

|  | Nom des communes            | Nombre d'habitants<br>1999 | %    |
|--|-----------------------------|----------------------------|------|
| Zone d'étude                                   | Bourg les Valence           | 18335                      | 89,8 |
|  | Portes les Valence          | 8087                       |      |
|  | Valence                     | 64222                      |      |
|  | Guilherand Granges          | 10707                      |      |
|  | Sous total 1                | 101351                     |      |
| Zone complémentaire<br>intégrée dans le Citepa | Beaumont les valences       | 3676                       | 10,2 |
|  | Beauvallon                  | 1686                       |      |
|  | Malissard                   | 2093                       |      |
|  | Saint Marcel les<br>Valence | 4111                       |      |
|  | Sous total 2                | 11566                      |      |
|  | <b>Total zone Citepa</b>    | <b>112917</b>              |      |

*Citepa Rhône-Alpes, inventaire d'émissions dans l'atmosphère dans le cadre des Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air, octobre 1997*

## ANNEXE 2

### Environnement des capteurs



Source : Asquadra

## ANNEXE 3

## Distribution des concentrations des différents polluants, par station

Tableau A : Distribution des concentrations en NO<sub>2</sub> par station (µg/m<sup>3</sup>)

|                     |               | 2001 |      | 2002 |       |
|---------------------|---------------|------|------|------|-------|
|                     |               | VPS  | VUC  | VPS  | VUC   |
| <b>Année totale</b> | Minimum       | 11,1 | 4,7  | 10,3 | 13,8  |
|                     | Percentile 5  | 20,6 | 17,9 | 18,3 | 20,8  |
|                     | Percentile 25 | 28,7 | 26,8 | 27,2 | 31,0  |
|                     | Médiane       | 35,9 | 35,2 | 33,8 | 41,6  |
|                     | Percentile 75 | 42,3 | 42,5 | 43,1 | 52,3  |
|                     | Percentile 95 | 52,4 | 54,1 | 59,0 | 67,0  |
|                     | Maximum       | 61,3 | 98,5 | 72,5 | 108,5 |
|                     | Moyenne       | 35,8 | 35,5 | 35,4 | 42,6  |
|                     | Ecart-type    | 9,5  | 12,9 | 11,7 | 14,9  |
| <b>Hiver</b>        | Minimum       | 11,1 | 13,0 | 19,3 | 16,4  |
|                     | Percentile 5  | 23,1 | 21,5 | 23,9 | 23,0  |
|                     | Percentile 25 | 33,6 | 30,1 | 32,8 | 37,2  |
|                     | Médiane       | 40,0 | 38,4 | 41,4 | 46,3  |
|                     | Percentile 75 | 45,6 | 44,7 | 49,5 | 55,5  |
|                     | Percentile 95 | 54,5 | 63,2 | 62,0 | 67,7  |
|                     | Maximum       | 61,3 | 98,5 | 72,5 | 108,5 |
|                     | Moyenne       | 39,3 | 39,6 | 41,8 | 46,5  |
|                     | Ecart-type    | 9,3  | 14,1 | 11,3 | 14,2  |
| <b>Été</b>          | Minimum       | 11,3 | 4,7  | 10,3 | 13,8  |
|                     | Percentile 5  | 20,0 | 16,3 | 17,7 | 20,5  |
|                     | Percentile 25 | 26,3 | 24,1 | 25,6 | 30,1  |
|                     | Médiane       | 31,0 | 31,1 | 32,3 | 41,6  |
|                     | Percentile 75 | 38,3 | 38,8 | 42,7 | 55,1  |
|                     | Percentile 95 | 46,7 | 47,1 | 59,9 | 68,5  |
|                     | Maximum       | 60,4 | 59,5 | 72,5 | 108,5 |
|                     | Moyenne       | 32,1 | 31,4 | 35,1 | 43,1  |
|                     | Ecart-type    | 8,3  | 10,0 | 12,6 | 16,0  |

Sources : Asquadra – Exploitation Cire

VPS : Valence Péri-Urbain Sud - VUC : Valence Urbain Centre

**Tableau B** : Distribution des concentrations en PM<sub>10</sub> par station (µg/m<sup>3</sup>)

|                     |               | 2001 |      | 2002 |      |
|---------------------|---------------|------|------|------|------|
|                     |               | VPS  | VUC  | VPS  | VUC  |
| <b>Année totale</b> | Minimum       | 4,1  | 2,3  | 5,1  | 4,9  |
|                     | Percentile 5  | 9,5  | 5,9  | 9,7  | 8,7  |
|                     | Percentile 25 | 14,5 | 9,5  | 14,0 | 12,4 |
|                     | Médiane       | 19,0 | 12,7 | 18,8 | 16,0 |
|                     | Percentile 75 | 24,0 | 16,0 | 24,9 | 21,8 |
|                     | Percentile 95 | 33,8 | 21,1 | 36,1 | 30,3 |
|                     | Maximum       | 48,8 | 35,0 | 75,0 | 50,7 |
|                     | Moyenne       | 19,9 | 13,0 | 20,5 | 17,5 |
|                     | Ecart-type    | 7,5  | 5,1  | 9,4  | 7,0  |
| <b>Hiver</b>        | Minimum       | 8,0  | 2,9  | 5,1  | 4,9  |
|                     | Percentile 5  | 10,6 | 5,2  | 9,1  | 8,2  |
|                     | Percentile 25 | 15,1 | 9,8  | 14,4 | 12,2 |
|                     | Médiane       | 19,5 | 12,8 | 19,7 | 15,7 |
|                     | Percentile 75 | 25,2 | 16,2 | 27,9 | 22,4 |
|                     | Percentile 95 | 36,2 | 22,8 | 40,3 | 31,9 |
|                     | Maximum       | 47,3 | 35,0 | 75,0 | 50,7 |
|                     | Moyenne       | 21,1 | 13,4 | 22,3 | 17,8 |
|                     | Ecart-type    | 8,0  | 5,5  | 11,4 | 7,8  |
| <b>Eté</b>          | Minimum       | 4,1  | 2,3  | 6,2  | 5,7  |
|                     | Percentile 5  | 8,9  | 6,1  | 9,8  | 8,8  |
|                     | Percentile 25 | 13,8 | 9,3  | 13,4 | 12,5 |
|                     | Médiane       | 18,5 | 12,4 | 18,1 | 16,1 |
|                     | Percentile 75 | 22,7 | 15,8 | 22,5 | 21,4 |
|                     | Percentile 95 | 29,7 | 20,5 | 29,2 | 28,3 |
|                     | Maximum       | 48,8 | 22,8 | 36,3 | 36,2 |
|                     | Moyenne       | 18,7 | 12,6 | 18,6 | 17,1 |
|                     | Ecart-type    | 6,8  | 4,6  | 6,4  | 6,0  |

Sources : Asquadra – Exploitation Cire

VPS : Valence Péri-Urbain Sud - VUC : Valence Urbain Centre

**Tableau C** : Distribution des concentrations en ozone (moyenne maximale des 8 heures glissantes) par station ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|            |               | 2001  |       | 2002  |       |
|------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
|            |               | VPS   | VUC   | VPS   | VUC   |
| <b>Eté</b> | Minimum       | 16,6  | 18,0  | 31,4  | 33,3  |
|            | Percentile 5  | 47,3  | 36,9  | 48,6  | 46,0  |
|            | Percentile 25 | 70,2  | 61,6  | 75,5  | 73,3  |
|            | Médiane       | 86,5  | 79,3  | 93,3  | 91,4  |
|            | Percentile 75 | 113,3 | 107,7 | 111,4 | 111,9 |
|            | Percentile 95 | 138,7 | 139,0 | 144,9 | 160,1 |
|            | Maximum       | 165,1 | 169,3 | 171,3 | 202,4 |
|            | Moyenne       | 90,5  | 84,7  | 95,0  | 96,3  |
|            | Ecart-type    | 27,8  | 32,0  | 28,6  | 33,2  |

Sources : Asquadra – Exploitation Cire

Moyenne maximale des 8 heures glissantes : moyenne maximale relevée sur 8 heures au cours de la journée

VPS : Valence Péri-Urbain Sud - VUC : Valence Urbain Centre

## ANNEXE 4

### Impact sanitaire attribuable à chaque polluant pour chacun des indicateurs de santé et plusieurs scénarios de réduction de l'exposition

| Indicateurs sanitaires                                 | Âges           | Scénario   | Niveau | Nombre de cas attribuables | Intervalle de confiance à 95% | Polluant |
|--|----------------|------------|--------|----------------------------|-------------------------------|----------|
| Mortalité totale                                       | Tous âges      | Scénario 1 | 10     | 20,1                       | [14,0 - 26,2]                 | NO2      |
|  |                | Scénario 2 | 40     | 1,8                        | [1,2 - 2,3]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 6,9                        | [4,8 - 8,9]                   |          |
| Mortalité respiratoire                                 | Tous âges      | Scénario 1 | 10     | 1,5                        | [0,6 - 2,5]                   | NO2      |
|  |                | Scénario 2 | 40     | 0,1                        | [0,1 - 0,2]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 0,5                        | [0,2 - 0,8]                   |          |
| Mortalité cardiovasculaire                             | Tous âges      | Scénario 1 | 10     | 7,6                        | [3,1 - 11,4]                  | NO2      |
|  |                | Scénario 2 | 40     | 0,7                        | [0,3 - 1]                     |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 2,6                        | [1,1 - 3,9]                   |          |
| Morbidité respiratoire                                 | 15-64          | Scénario 1 | 40     | 2,3*                       | [-1,1 - 5,9]                  | O3 été   |
|  |                | Scénario 2 | 110    | 0,3*                       | [-0,1 - 0,7]                  |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 1,0*                       | [-0,5 - 2,4]                  |          |
| Morbidité respiratoire                                 | 65 et +        | Scénario 1 | 40     | 4,1                        | [2 - 7,4]                     | O3 été   |
|  |                | Scénario 2 | 110    | 0,5                        | [0,3 - 0,9]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 1,7                        | [0,9 - 3]                     |          |
| Morbidité cardiovasculaire hiver                       | tous ages      | Scénario 1 | 10     | 25,4                       | [15,2 - 35,8]                 | NO2      |
|  |                | Scénario 2 | 40     | 5,5                        | [3,3 - 7,8]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 8,1                        | [4,9 - 11,3]                  |          |
| Morbidité cardiovasculaire été                         | tous ages      | Scénario 1 | 10     | 15,5                       | [9 - 22]                      | NO2      |
|  |                | Scénario 2 | 40     | 1,3                        | [0,8 - 1,9]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 25%    | 5,4                        | [3,2 - 7,7]                   |          |
| Morbidité cardiaque                                    | tous ages      | Scénario 1 | 10     | 2,5                        | [1 - 4]                       | PM10     |
|  |                | Scénario 2 | 30     | 0,1                        | [0,1 - 0,2]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 25     | 1,3                        | [0,5 - 2,1]                   |          |
| Mortalité toutes causes sauf accidentelle - Long terme | Plus de 30 ans | Scénario 1 | 10     | 21,5                       | [13,0 - 30,4]                 | PM10     |
|  |                | Scénario 2 | 30     | 0,0                        | [0,0 - 0,0]                   |          |
|  |                | Scénario 3 | 20     | 0,0                        | [0,0 - 0,0]                   |          |
|  |                | Scénario 4 | 5      | 16,5                       | [10,0 - 23,3]                 |          |
|  |                | Scénario 5 | 25%    | 13,2                       | [8,0 - 18,6]                  |          |

\* non significatif

Scénario 1 : Nombre de cas attribuables par rapport à un niveau faible de pollution (40 µg/m<sup>3</sup> pour l'ozone et 10 µg/m<sup>3</sup> pour les autres polluants)

Scénario 2: Gain sanitaire attribuable à une suppression des niveaux supérieurs à (110 µg/m<sup>3</sup> pour l'ozone, 40 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub>, 50 µg/m<sup>3</sup> pour le SO<sub>2</sub> et 30 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>)

Scénario 3 : Gain sanitaire attribuable à une diminution des niveaux moyens de (25%)

Long terme

Scénario 1 : impact sanitaire par rapport à un niveau faible de pollution (10 µg/m<sup>3</sup>)

Scénario 2 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle au niveau de la norme européenne 2005 de 40 µg/m<sup>3</sup>

Scénario 3 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle au niveau de la norme européenne 2010 de 20 µg/m<sup>3</sup>

Scénario 4 : gain sanitaire lié à la diminution de 5 µg/m<sup>3</sup> de la moyenne annuelle

Scénario 5 : Gain sanitaire attribuable à une diminution des niveaux de 25%

Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Rhône-Alpes  
Drass Rhône-Alpes  
107 rue Servient  
69418 LYON CEDEX 03  
04 72 34 31 15  
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr>

Dépôt légal BNF