

# **APHEIS** Air Pollution and Health: A European Information System

## **Situation à Bordeaux**

**Rapport de la troisième phase**

**2002-2003**

**Sophie Larrieu, Laurent Filleul**

**Juillet 2004**

# Résumé des principaux résultats

A Bordeaux, les moyennes journalières et annuelles de  $PM_{10}$  respectent les valeurs limites européennes prévues pour 2005. Cependant, elles restent supérieures aux limites prévues pour 2010.

Nous avons estimé qu'une réduction à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  des niveaux de  $PM_{2,5}$  sur le long terme permettrait d'éviter 24 décès par an sur la ville de Bordeaux, ce qui revient à augmenter de 7 ans l'espérance de vie à partir du début de la simulation. Si les concentrations en  $PM_{10}$  étaient restées chaque jour en dessous de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 11 décès et 26 admissions hospitalières auraient pu être évités.

A Bordeaux, la cause principale de pollution atmosphérique est le trafic routier.

## 1. Contexte

Bordeaux est une ville du Sud-Ouest de la France située en bordure de l'océan Atlantique. Le climat est océanique et les températures moyennes varient de  $9,3$  à  $18,7^\circ\text{C}$ . L'humidité relative est de  $54,9\%$  et les précipitations varient autour de  $950 \text{ mm}$  par an.

La zone d'étude a été définie selon des critères d'homogénéité de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique et inclut 18 communes. Lors du dernier recensement réalisé en 1999, l'ensemble de ces communes représentait un total de  $584\,164$  habitants. Elles couvrent une surface de  $283 \text{ km}^2$ , avec une densité de  $2064$  habitants/ $\text{km}^2$ .

A Bordeaux, un Plan pour la Protection de l'Air (PPA), obligatoire dans toutes les villes françaises de plus de  $250\,000$  habitants, a été mis en place pour assurer la gestion de la qualité de l'air. Ce plan vient compléter le Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) initié en 1999 dans le contexte de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure) parue en 1997. L'objectif du PPA est de prendre les mesures nécessaires pour le respect de la réglementation européenne sur le  $\text{SO}_2$ , le  $\text{NO}_2$ , les  $PM_{10}$ , le  $\text{CO}$ , le  $\text{Pb}$ , l' $\text{HCl}$ , l' $\text{O}_3$  et le  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Cependant, lorsque cela s'avère nécessaire, les règles locales sur ces polluants peuvent être plus sévères que les réglementations européennes et des mesures supplémentaires peuvent également être prises pour les polluants non réglementés.

Les résultats d'Apheis3 à Bordeaux viennent compléter ceux du Psas-9 (programme de surveillance air & santé dans 9 villes françaises) au niveau local afin d'évaluer l'impact sanitaire de la pollution par les particules.

## 2. Origines de la pollution

Les principales origines de la pollution de l'air ont été décrites en détail dans le dernier rapport Apheis ([www.apheis.org](http://www.apheis.org)), et une mise à jour est présentée dans le tableau 1.

**Tableau 1. Principales origines de pollution de l'air**

Origine	SO <sub>2</sub> *	NO <sub>x</sub> *	COVNM *	CO *	NH <sub>3</sub> *
Industrie et traitement des déchets	4 437 (54,3 %)	1 537 (12,4 %)	5 824 (22,2 %)	318 (0,3 %)	92 (79,3 %)
Energie	518 (6,3 %)	61 (0,5 %)	2 561 (9,8 %)	18 (0,0 %)	0 (0,0 %)
Domestique	1 431 (17,5 %)	849 (6,8 %)	3 921 (14,9 %)	15 242 (15,0 %)	0 (0,0 %)
Transports routiers	1 745 (21,4 %)	9 712 (78,1 %)	13 275 (50,5 %)	85 069 (83,7 %)	24 (20,7 %)
Autres	40 (0,5 %)	272 (2,2 %)	684 (2,6 %)	1 030 (1,0 %)	0 (0,0 %)
Total	8 171 (100 %)	12 431 (100 %)	26 265 (100 %)	101 677 (100 %)	116 (100 %)

\* tonnes / an (%). Source : CITEPA – inventaire en Aquitaine, 1997

Le trafic routier constitue la source principale d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), de monoxyde de carbone (CO) et de composés organiques volatils (COV). L'industrie et le traitement des déchets sont les principales origines de la pollution par dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et par ammoniac (NH<sub>3</sub>). Si l'on s'intéresse aux variations d'émission en Aquitaine entre 1990 et 1994, on peut constater une diminution pour tous les polluants sauf pour les NO<sub>x</sub> qui, à l'inverse, ont augmenté de 9 % durant cette période. Notons que nous ne disposons pas de données sur les particules qui n'ont été mesurées qu'à partir de 1997 à Bordeaux. [Source: CITEPA 1994]

## 3. Données d'exposition à la pollution

Les concentrations de pollution atmosphérique ont été mesurées par l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine (Airaq). Le nombre de stations de mesure variait selon le polluant mesuré : une station pour les fumées noires, 4 pour les PM<sub>10</sub> et 2 pour les PM<sub>2,5</sub>. Seules les stations urbaines de fond ont été utilisées pour cette étude. La bonne corrélation des mesures enregistrées par les différentes stations a été vérifiée pour chacun des polluants.

Les PM<sub>10</sub> ont été mesurées par la méthode TEOM (Microbalance à élément effilé oscillant). Nous avons appliqué un facteur de correction de 1,3 pour obtenir les mesures hivernales

PM<sub>10</sub> en nous basant sur les recommandations françaises. Pour convertir les PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>, nous avons appliqué un facteur de 0,67 établi localement.

Les données météorologiques (température et humidité) ont été fournies par Météo-France pour l'ensemble des villes participant à l'étude Psas-9.

Les mesures d'exposition pour Apehis 3 présentaient les caractéristiques suivantes :

- l'année de mesure était l'année 2000 pour les PM<sub>10</sub> et 2002 pour les fumées noires et les PM<sub>2,5</sub>.
- les concentrations moyennes journalières pour les différents polluants étaient de 20 ( $\sigma = 10$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM<sub>10</sub>, 13 ( $\sigma = 6$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM<sub>2,5</sub> et de 11 ( $\sigma = 11$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les fumées noires.
- les niveaux de PM<sub>10</sub> atteints les 18 jours de l'année les moins pollués (P5) et les plus pollués (P95) étaient respectivement de 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pour les PM<sub>2,5</sub>, ces niveaux étaient respectivement de 6 et 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Enfin, pour les fumées noires, ils étaient de 3 et 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- les nombres de jours de dépassement des seuils réglementaires étaient les suivants :

**Tableau 2. Nombre de jours de dépassement des valeurs limites par les différents polluants**

*EIS court terme*

	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>fumées noires</b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>
Nombre de jours au-dessus de	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	144	51	100
Nombre de jours au-dessus de	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	7	5	4

Figure 1. Distribution des niveaux de polluants

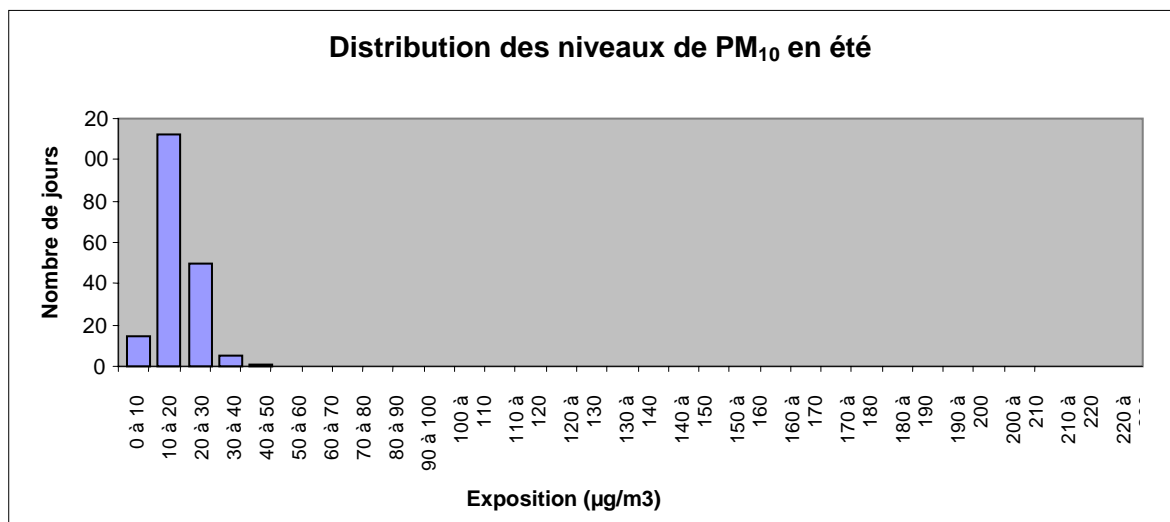
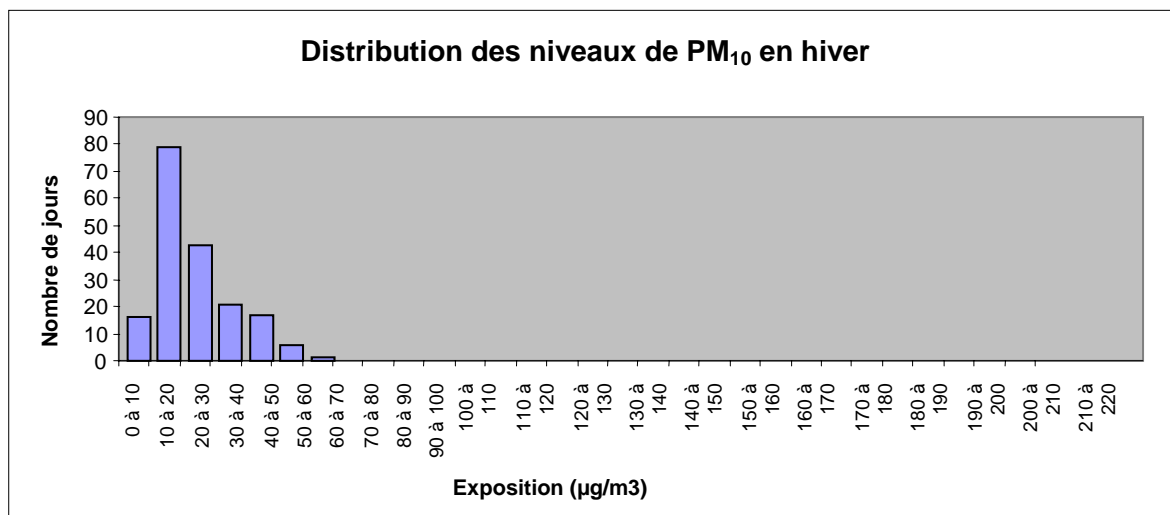
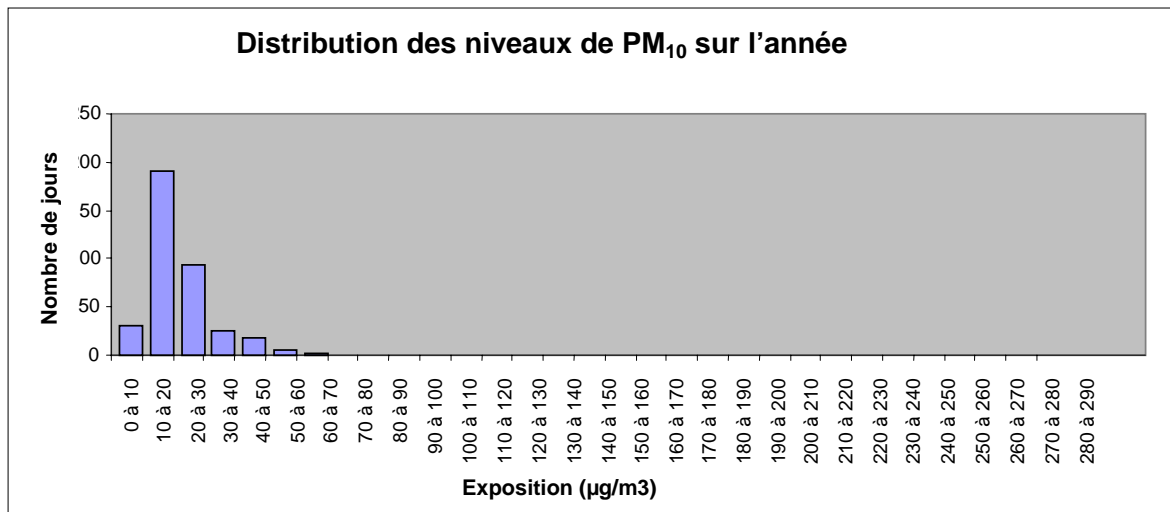


Figure 1 (suite). Distribution des niveaux de polluants

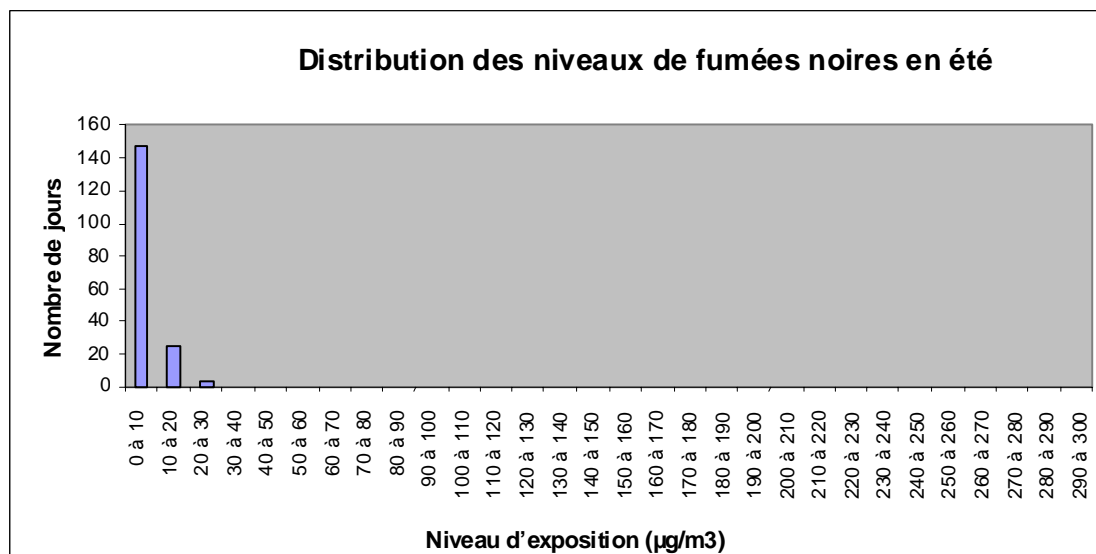
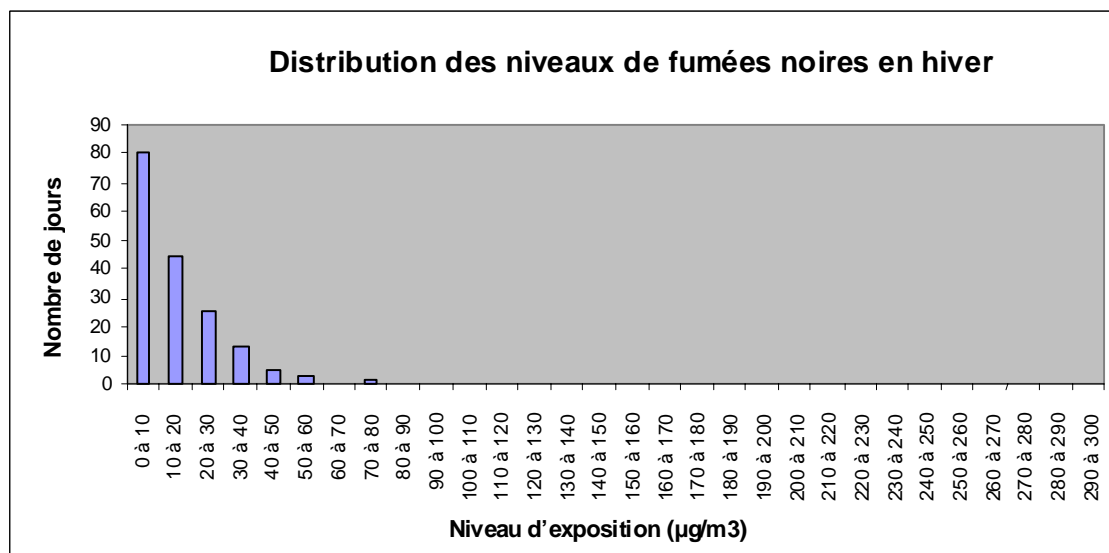
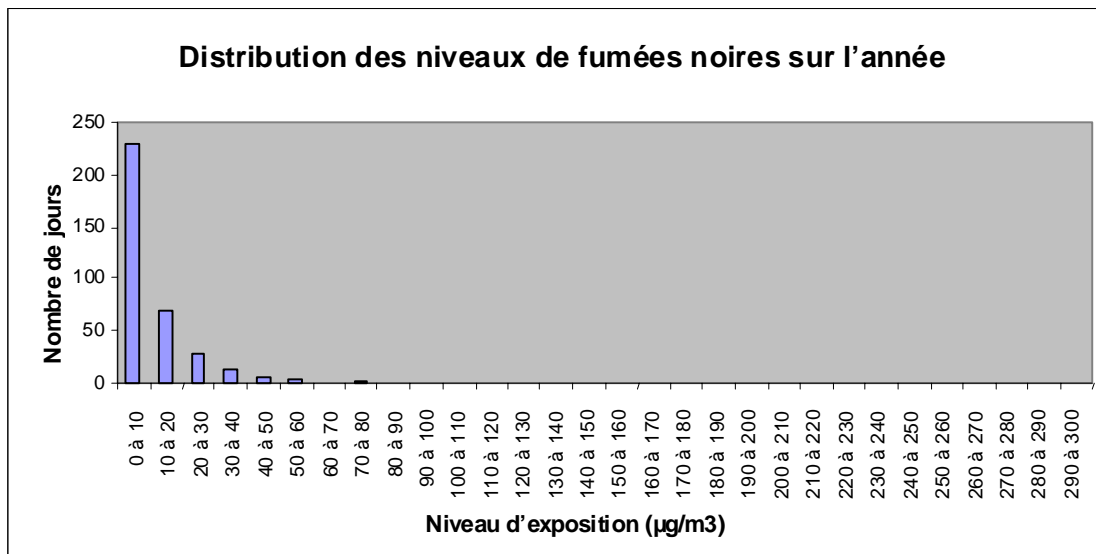
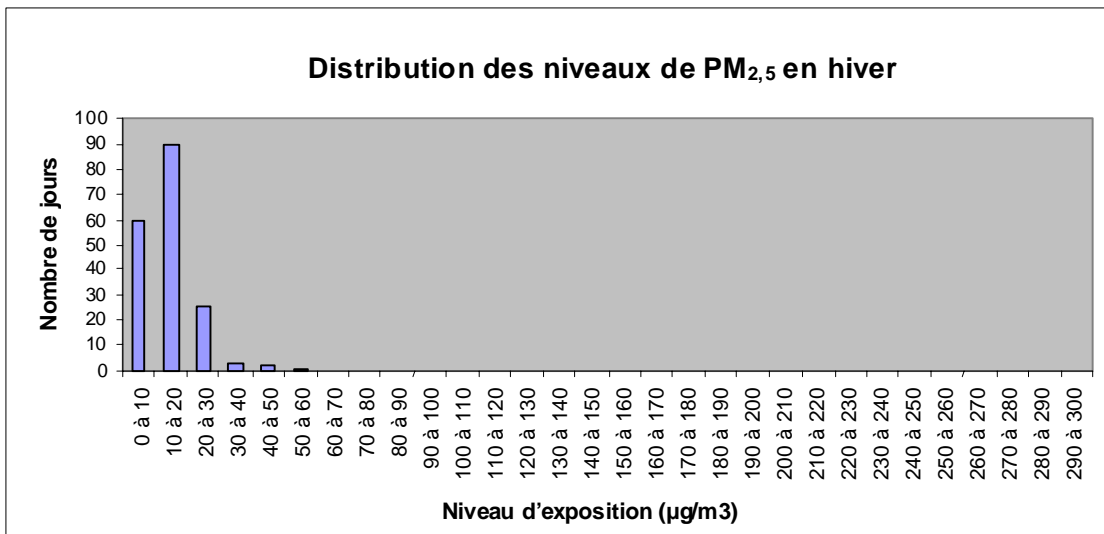
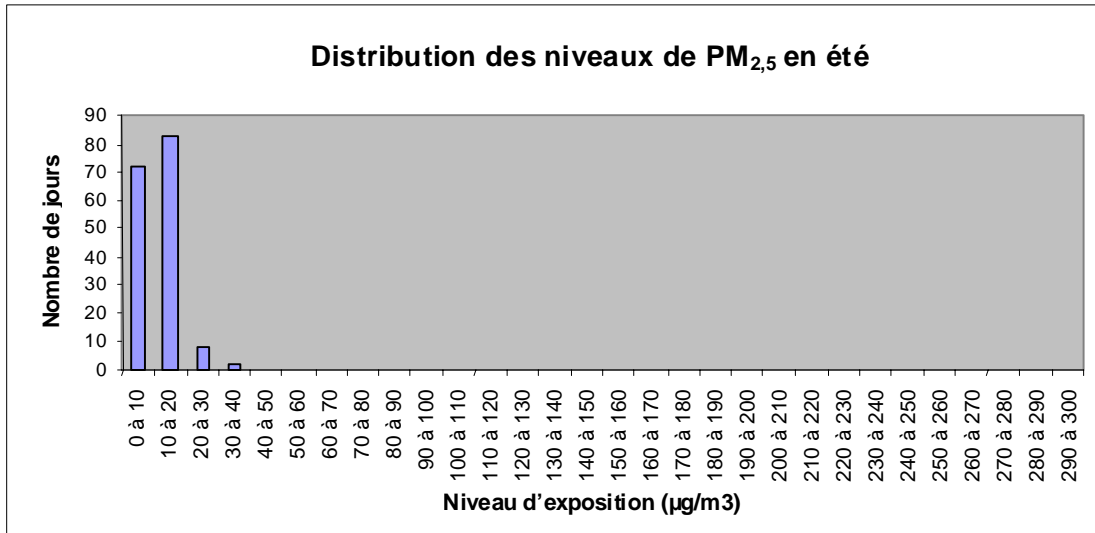
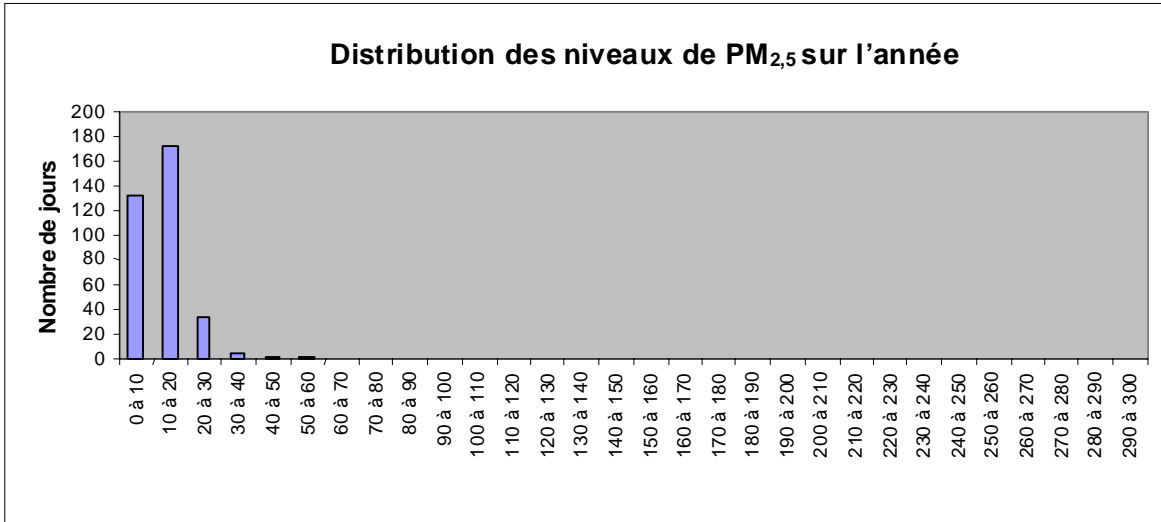


Figure 1 (suite). Distribution des niveaux de polluants



## 4. Données sanitaires

Le département d'information sur les données de mortalité (Cepi DC) de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Inserm) ont fourni les causes médicales de décès codées selon la Classification internationale des maladies – 9<sup>ème</sup> révision (CIM9). Les données les plus récentes disponibles étaient celles de l'année 1999.

Les données d'admissions hospitalières étaient disponibles pour les établissements publics et privés. Elles ont été extraites du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI) centralisé par l'Agence technique de l'information hospitalière (ATIH).

Le taux de mortalité toutes causes standardisé sur l'âge était de 569 pour 100 000 habitants en prenant pour référence la population européenne<sup>1</sup>. Le tableau 3 présente pour chaque indicateur sanitaire le nombre journalier de décès et le taux annuel correspondant.

**Tableau 3. Nombre moyen journalier de décès et d'admissions hospitalières, et taux annuel pour 100 000 (1999)**

	ICD9	ICD10	Nombre journalier moyen	Taux pour 100 000
<b>EIS court terme</b>				
Mortalité toute cause (hors accidents et morts violentes)*	< 800	A00-R99	12,5	2,14
Mortalité cardiovasculaire	390-459	I00-I99	4,0	0,68
Mortalité respiratoire	460-519	J00-J99	1,0	0,17
Admissions en cardiologie	390-429	I00-I52	17,0	2,90
Admissions en pneumologie	460-519	J00-J99	15,9	2,70
<b>EIS long terme</b>				
Mortalité toute cause (y compris accidents et morts violentes)	0-999	A00-Y98	13,5	2,31
Mortalité cardio-pulmonaire	401-440	I10-I70	4,7	0,80
	460-519	J00-J99		
Mortalité par cancer du poumon	162	C33-C34	0,7	0,12

\* pour les scénarios à court et long terme

<sup>1</sup> UNITED NATIONS. Population Division Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects: The 2000 Revision.



## 5. Évaluation de l'impact sur la santé : méthode

Différents scénarios de réduction de l'exposition aux particules ont été imaginés afin d'estimer leurs impacts sanitaires à court et à long terme. A Bordeaux, ces estimations ont été réalisées pour les  $PM_{10}$ , les  $PM_{2,5}$  et les fumées noires. Les résultats qui suivent ne doivent pas être ajoutés car les effets de chaque type de polluant ne sont pas indépendants. Considérer la somme des impacts sanitaires conduirait à une surestimation de l'effet de la pollution sur la santé. Nous avons utilisé différents outils de calculs et différentes relations exposition / risque (Risque Relatif – RR) pour estimer les impacts sanitaires à court et à long terme des différents polluants (Tableau 4).

Nous avons également utilisé des approches différentes en fonction du polluant étudié :

- pour les fumées noires, les effets à court terme ont été exprimés en terme de nombre de cas attribuables par an ;
- pour les  $PM_{10}$ , les effets à court et à long terme ont été exprimés en terme de nombre de cas attribuables par an ;
- pour les  $PM_{2,5}$ , les effets à long terme ont été exprimés en terme de nombre annuel de cas attribuables et de nombre potentiel d'années de vie perdues à partir du moment où l'estimation a été réalisée.

**Tableau 4 : Scénarios d'exposition et risques relatifs utilisés pour l'évaluation de l'impact sanitaire à court terme**

<i>Polluant</i>	<i>Indicateur sanitaire</i>	<b>codes CIM9</b>	<b>codes CIM10</b>	<b>Outil de calcul</b>	<b>RR (Intervalle de confiance 95%) pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Scénarios de réduction de la pollution considérés (moyennes journalières)</b>	<b>Villes concernées</b>
<b>PM<sub>10</sub></b>	Mortalité toutes causes tous âges	< 800	A00-Q99	Feuille de calcul Psas-9	1,006 (1,004, 1,008)	3 scénarios : Réduction à 50 µ/m <sup>3</sup> Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 5 µ/m <sup>3</sup>	Villes mesurant les PM <sub>10</sub>
	Mortalité cardiovasculaire tous âges	390-459	I00-I99		1,009 (1,005, 1,013)		
	Mortalité respiratoire tous âges	460-519	J00-J99		1,013 (1,005, 1,021)		
	Hospit cardiaques tous âges	390-429	I00-I52		1,001 (1,000, 1,002)		
	Hospit respiratoires tous âges	460-519	J00-J99		1,0114 (1,0062 - 1,0167)		
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Mortalité toutes causes tous âges	< 800	A00-Q99	Feuille de calcul Psas-9	RR convertis à partir des RR PM <sub>10</sub>	3 scénarios : Réduction à 35 µ/m <sup>3</sup> Réduction à 14 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 3,5 µ/m <sup>3</sup>	Villes estimant les PM <sub>2,5</sub> à partir des PM <sub>10</sub> ou les mesurant directement
	Mortalité cardiovasculaire tous âges	390-459	I00-I99				
	Mortalité respiratoire tous âges	460-519	J00-J99				
	Hospit cardiaques tous âges	390-429	I00-I52				
	Hospit respiratoires tous âges	460-519	J00-J99				
<b>Fumées noires</b>	Mortalité toutes causes tous âges	< 800	A00-Q99	Feuille de calcul Psas-9	1,006 (1,004, 1,009)	3 scénarios : Réduction à 50 µ/m <sup>3</sup> Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 5 µ/m <sup>3</sup>	Villes mesurant les fumées noires
	Mortalité cardiovasculaire tous âges	390-459	I00-I99		1,004 (1,002, 1,007)		
	Mortalité respiratoire tous âges	460-519	J00-J99		1,006 (0,998, 1,015)		
	Hospit cardiaques tous âges	390-429	I00-I52		1,011 (1,005, 1,018)		
	Hospit respiratoires tous âges	460-519	J00-J99		1,0030 (0,9985-1,0075)		
<b>PM<sub>10</sub> (40 jours)*</b>	Mortalité toutes causes tous âges	< 800	A00-Q99	Feuille de calcul Psas-9	1,01227 (1,0081 - 1,0164)	3 scénarios : Réduction à 50 µ/m <sup>3</sup> Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 5 µ/m <sup>3</sup>	Villes mesurant les PM <sub>10</sub>
	Mortalité cardiaque tous âges	390-429	I00-I52		1,01969 (1,0139 - 1,0255)		
	Mortalité respiratoire tous âges	460-519	J00-J99		1,04206 (1,0109 - 1,0742)		

\*40 jours d'exposition sont pris en compte

**Tableau 4 (suite) : Scénarios d'exposition et risques relatifs utilisés pour l'évaluation de l'impact sanitaire à long terme**

<i>Polluant</i>	<i>Indicateur sanitaire</i>	<b>codes CIM9</b>	<b>codes CIM10</b>	<b>Outil de calcul</b>	<b>RR (IC 95%) pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Scénarios de réduction de la pollution considérés (moyennes annuelles)</b>	<b>Villes concernées</b>
<b><i>Nombres de cas attribuables</i></b>							
<b>PM<sub>10</sub></b>	Mortalité totale	< 800	A00-Q99	Feuille de calcul Psas-9	1,043 (1,026-1,061) Trilateral Apehis 2	3 scénarios : Réduction à 40 µ/m <sup>3</sup> Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 5 µ/m <sup>3</sup>	Villes mesurant les PM <sub>10</sub>
	Mortalité totale	0-999	A00-T98		1,06 (1,02-1,11)	3 scénarios :	Villes estimant les
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Mortalité cardio-pulmonaire	401-440 et 460-519	I10-I70 et J00-J99	Feuille de calcul Psas-9	1,09 (1,03-1,16)	Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup>	PM <sub>2,5</sub>
	Cancer du poumon	162	C33-C34		1,14 (1,04-1,23) Average Pope, 2002	Réduction à 15 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 3,5 µ/m <sup>3</sup>	à partir des PM <sub>10</sub> ou les mesurant directement
<b><i>Années de vie perdues</i></b>							
<b>PM<sub>10</sub></b>	Mortalité totale	< 800	A00-Q99	AirQ	1,043 (1,026-1,061) Etude trilatérale Apehis 2	3 scénarios : Réduction à 40 µ/m <sup>3</sup> Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 5 µ/m <sup>3</sup>	Villes mesurant les PM <sub>10</sub>
	Mortalité totale	0-999	A00-T98		1,06 (1,02-1,11)	3 scénarios :	Villes estimant les
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Mortalité cardio-pulmonaire	401-440 et 460-519	I10-I70 et J00-J99	AirQ	1,09 (1,03-1,16)	Réduction à 20 µ/m <sup>3</sup>	PM <sub>2,5</sub>
	Cancer du poumon	162	C33-C34		1,14 (1,04-1,23) Moyenne Pope, 2002	Réduction à 15 µ/m <sup>3</sup> Réduction de 3,5 µ/m <sup>3</sup>	à partir des PM <sub>10</sub> ou les mesurant directement

## 5.1. Scénarios à court terme

Nous avons utilisé différents scénarios pour estimer les effets à court terme d'une exposition aux fumées noires et aux PM<sub>10</sub> sur la mortalité et les admissions hospitalières pour une année.

### **Pour les fumées noires : effets à court terme (0-1 jours d'exposition)**

Nous avons utilisé trois scénarios différents pour estimer les effets des fumées noires sur la mortalité toutes causes (sauf accidents), cardiovasculaire et respiratoire sur une année :

- réduction des concentrations moyennes journalières en fumées noires à un niveau de 50 µg/m<sup>3</sup> les jours où ce seuil est dépassé ;
- réduction des concentrations moyennes journalières en fumées noires à un niveau de 20 µg/m<sup>3</sup> les jours où cette valeur est dépassée ;
- réduction de 5 µg/m<sup>3</sup> de toutes les valeurs journalières de fumées noires.

### **Pour les PM<sub>10</sub> : effets à court terme (0-1 jours d'exposition) et effets à court terme cumulés (jusqu'à 40 jours d'exposition)**

Nous avons utilisé trois scénarios pour estimer les effets à 0-1 jour et les effets cumulés jusqu'à 40 jours sur la mortalité toutes causes (sauf accidents), cardiovasculaire et respiratoire sur une année :

- réduction des concentrations moyennes journalières en PM<sub>10</sub> à un niveau de 50 µg/m<sup>3</sup> les jours où ce seuil est dépassé (valeurs limites pour les PM<sub>10</sub> dans la réglementation de 2005 et 2010),
- réduction des concentrations moyennes journalières en PM<sub>10</sub> à un niveau de 20 µg/m<sup>3</sup> les jours où cette valeur est dépassée (pour étudier les effets dans les villes où les valeurs de PM<sub>10</sub> sont basses),
- réduction de 5 µg/m<sup>3</sup> de toutes les valeurs journalières de PM<sub>10</sub> (pour étudier les effets dans les villes où les valeurs de PM<sub>10</sub> sont basses)

## 5.2. Scénarios à long terme

### **EIS long terme pour les PM<sub>10</sub>**

Nous avons utilisé trois scénarios pour estimer les effets d'une exposition prolongée aux PM<sub>10</sub> sur la mortalité toutes causes (sauf accidents), cardiovasculaire et respiratoire sur une année :

- réduction de la moyenne annuelle des PM<sub>10</sub> à un niveau de 40 µg/m<sup>3</sup> (limite fixée par la réglementation de 2005) ;
- réduction de la moyenne annuelle des PM<sub>10</sub> à un niveau de 20 µg/m<sup>3</sup> (limite fixée par la réglementation de 2010) ;
- réduction de 5 µg/m<sup>3</sup> de la moyenne annuelle de PM<sub>10</sub> (pour étudier les effets dans les villes où les valeurs de PM<sub>10</sub> sont basses).

### **EIS long terme pour les PM<sub>2,5</sub>**

Nous avons étudié les effets d'une exposition chronique aux PM<sub>2,5</sub> sur une population de sujets de 30 ans et plus à travers la mortalité toutes causes, cardio-pulmonaire et par cancer du poumon.

Les trois scénarios suivants ont été appliqués :

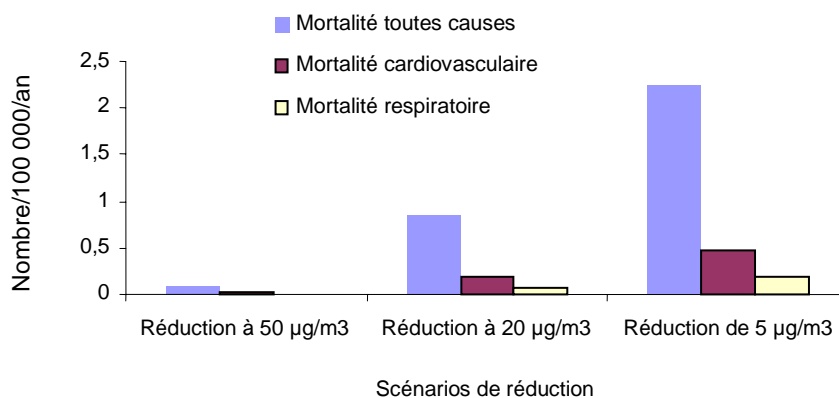
- réduction de la moyenne annuelle des PM<sub>2,5</sub> à un niveau de 20 µg/m<sup>3</sup> ;
- réduction de la moyenne annuelle des PM<sub>2,5</sub> à un niveau de 15 µg/m<sup>3</sup> ;
- réduction de 3,5 µg/m<sup>3</sup> de la moyenne annuelle des PM<sub>2,5</sub> (pour étudier les effets dans les villes où les valeurs de PM<sub>2,5</sub> sont basses).

## 6. Évaluation de l'impact sur la santé : résultats

### 6.1. Résultats sur les fumées noires

Les données de fumées noires, de mortalité, et d'admissions hospitalières sont de l'année 2000.

**Figure 2. Impact sanitaire à court terme sur la mortalité totale et spécifique d'une réduction des fumées noires jusqu'à 50, 20 ou de 5 µg/m<sup>3</sup>**



\* Mortalité toutes causes sauf accidents (ICD9 < 800), mortalité cardiovasculaire (ICD9 390-459), mortalité respiratoire (ICD9 460-519).

### 6.2. Résultats pour les PM<sub>10</sub>

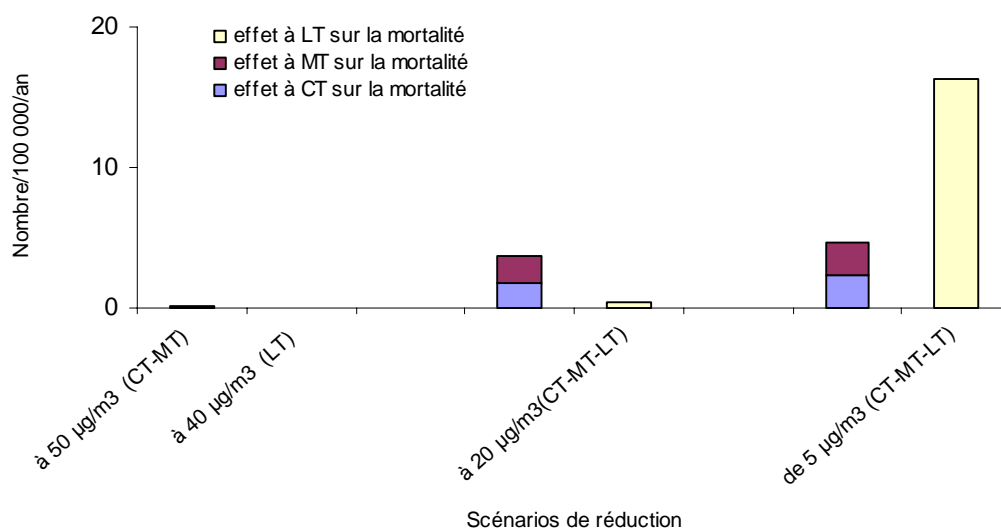
**Effets à court terme (0-1 jour d'exposition), des effets à court terme cumulé (jusqu'à 40 jours) et des effets à long terme**

#### Effets sur la mortalité

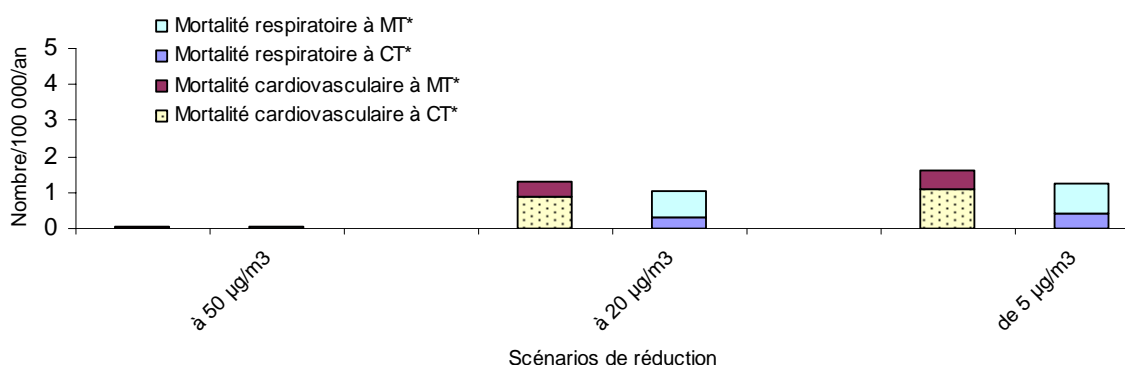
Les graphiques suivants montrent l'impact sanitaire des PM<sub>10</sub> sur la mortalité selon différentes périodes d'exposition : à court terme (CT, 0-1 jour), à court terme cumulé (MT, jusqu'à 40 jours) et à long terme (LT, plusieurs années).

Données de PM<sub>10</sub> et de mortalité de l'année 2000

**Figure 3. PM<sub>10</sub> : réductions à 50/40, 20 et de 5 µg/m<sup>3</sup>. Impact sur la mortalité toutes causes (ICD9<800) à court terme (CT), moyen terme (MT) et long terme (LT)**



**Figure 4. PM<sub>10</sub> : réductions à 50, 20 et de 5 µg/m<sup>3</sup>. Impact sur la mortalité spécifique\* d'une exposition à court terme (CT) et moyen terme (MT)**



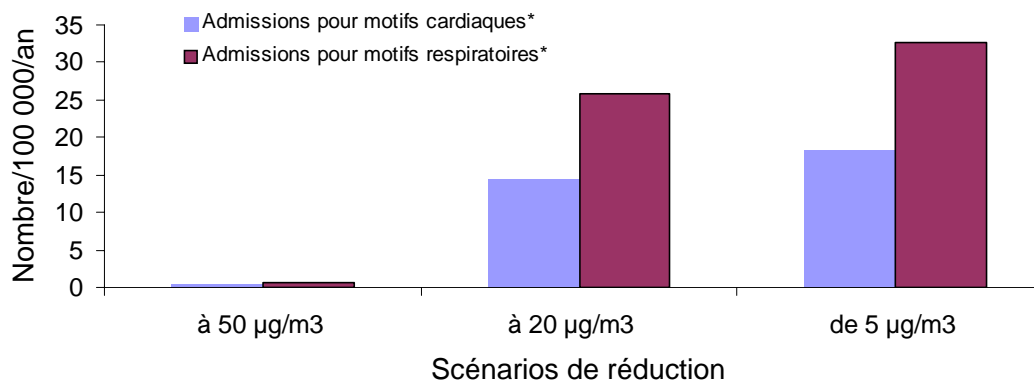
\* Mortalité cardiovasculaire (ICD9 390-459), mortalité respiratoire (ICD9 460-519)

Comme le montre ce graphique, l'impact sanitaire du premier scénario (en dessous de 50 µg/m<sup>3</sup>) est négligeable puisque les niveaux de pollutions sur la ville de Bordeaux sont modérés. Pour les deux autres scénarios, l'impact sanitaire augmente avec le délai d'exposition à la pollution atmosphérique : l'impact à long terme est plus important que celui à court terme cumulé, lui-même plus important que celui à court terme.

## Effets sur les admissions hospitalières

Nous avons estimé les effets à court terme d'une exposition aux PM<sub>10</sub> en étudiant les admissions hospitalières pour motifs cardiaques et respiratoires sur une année. Les données de PM<sub>10</sub> et de mortalité sont de l'année 2000.

**Figure 5. PM<sub>10</sub> : réductions à 50, 20 et de 5 µg/m<sup>3</sup>. Effet à court terme sur les admissions hospitalières**



\* Admissions hospitalières pour motifs cardiaques (ICD9 390-429) et respiratoires (ICD9 460-519)

Quel que soit le scénario considéré, l'effet de l'exposition à court terme est plus important sur les admissions pour motifs respiratoires que cardiovasculaires.

## 6.3. Résultats sur les PM<sub>2,5</sub>

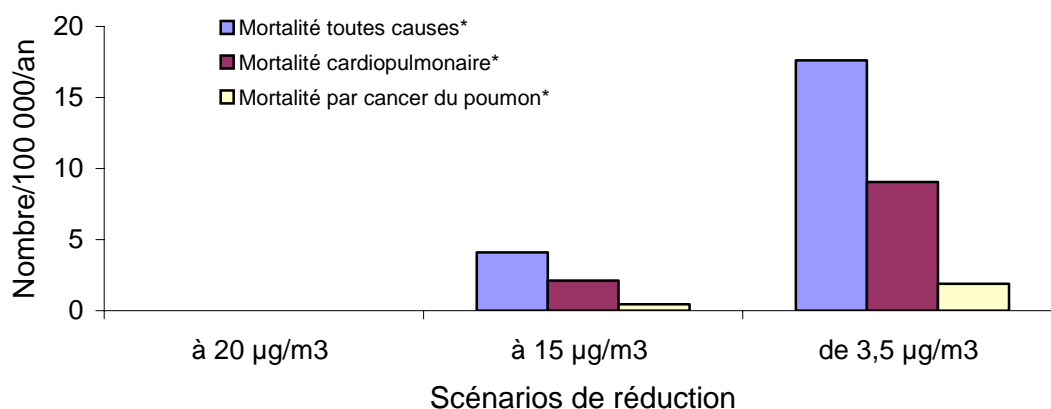
### Nombre de cas attribuables

Nous avons également utilisé trois scénarios différents pour étudier les effets à long terme d'une exposition aux PM<sub>2,5</sub> sur la mortalité.

Les graphiques qui suivent représentent le nombre de décès toutes causes, par pathologie cardio-pulmonaire et par cancer du poumon pour 100 000 habitants attribuables à l'exposition aux PM<sub>2,5</sub>.



**Figure 6. PM<sub>2,5</sub> : réductions à 20, 15 et de 3,5 µg/m<sup>3</sup>. Effet à long terme sur la mortalité totale et spécifique**



\* Mortalité toutes causes (ICD9 0-999), cardiopulmonaire (ICD9 401-440 et 460-519) et par cancer du poumon (ICD9 162). Données de PM<sub>2,5</sub> et de mortalité de l'année 2000

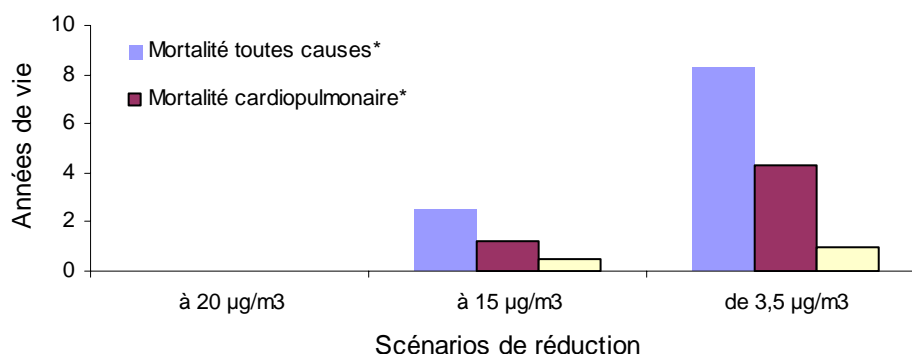
L'impact sanitaire est plus faible pour le deuxième (à 15 µg/m<sup>3</sup>) que pour le troisième scénario (de 3,5 µg/m<sup>3</sup>) car la moyenne annuelle de PM<sub>2,5</sub> utilisée pour l'EIS (obtenue par conversion des PM<sub>10</sub> mesurées par TEOM) est proche de 15 µg/m<sup>3</sup> à Bordeaux (16,0 µg/m<sup>3</sup>).

### Années de vie perdues

Nous avons estimé le nombre d'années de vie perdues attribuable à une exposition à long terme aux PM<sub>2,5</sub> en utilisant des données de l'année 2000. La Figure 8 représente le nombre d'années de vie perdues suite aux décès toutes causes, pour causes cardio-pulmonaires et par cancer du poumon chez des adultes de 30 ans et plus résidant à Bordeaux.

Pour la mortalité toutes causes, toutes choses étant égales par ailleurs, une réduction des PM<sub>2,5</sub> de 3,5 µg/m<sup>3</sup> en 2000 aurait pu permettre de sauver près de 49 années de vie à partir de la première année de simulation chez les personnes âgées de 30 ans et plus dans la communauté urbaine de Bordeaux. Concernant la mortalité par pathologie cardio-pulmonaire, ce chiffre approcherait les 25 et pour la mortalité par cancer du poumon il serait de moins de 6.

**Figure 7. PM<sub>2,5</sub> : réductions à 20, 15 et de 3,5 µg/m<sup>3</sup>. Années de vie perdues à partir de la première année de simulation par mortalité totale et spécifique**



\* Mortalité toutes causes (ICD9 0-999), cardiopulmonaire (ICD9 401-440 et 460-519) et par cancer du poumon (ICD9 162). Données de PM<sub>2,5</sub> et de mortalité pour l'année 2000

Le tableau suivant présente les résultats en terme d'espérance de vie.

**Tableau 5. Espérance de vie et son augmentation possible par une réduction des PM<sub>2,5</sub> jusqu'à 15 µg/m<sup>3</sup> à Bordeaux (soit une diminution de 1 µg/m<sup>3</sup>).**

Age	Espérance de vie	Gain attendu en terme d'espérance de vie		
		Moyenne	Minimum	Maximum
Naissance	79,31	0,06	0,02	0,11
30	50,21	0,06	0,02	0,11
65	19,37	0,05	0,01	0,09

En terme d'espérance de vie, toutes choses étant égales par ailleurs, si les niveaux annuels de PM<sub>2,5</sub> étaient diminués jusqu'à 15 µg/m<sup>3</sup> (soit une réduction de 1 µg/m<sup>3</sup>), l'espérance de vie d'une personne de 30 ans, à savoir 50 ans, serait augmentée de 0,06 ans (soit près d'un mois) grâce à une réduction du risque de décès toutes causes.

## 7. Interprétation des résultats

Concernant l'estimation de l'exposition, la zone d'étude a été définie selon les critères d'homogénéité d'exposition. En effet, l'ensemble de la zone présente une continuité d'urbanisation et la grande majorité des personnes résidant dans la zone y travaille également. De plus, l'homogénéité des données de pollution dans la zone d'étude a été vérifiée pour les particules mais également pour d'autres polluants (ozone, NO<sub>2</sub>) : les moyennes des différentes stations étaient proches et les valeurs mesurées par les différentes stations étaient bien corrélées.

Pour les variables sanitaires, la principale limite réside dans les données d'hospitalisation qui sont des données globales d'admissions hospitalières. En effet, pour des raisons logistiques, nous n'avons pas pu sélectionner les admissions en urgence, ce qui peut engendrer une surestimation des effets à court terme puisque nous comptabilisons des admissions programmées qui ne peuvent pas être attribuables à la pollution atmosphérique.

Enfin, cette étude montre que les effets sanitaires augmentent avec la durée d'exposition. En effet, l'impact à long terme est plus important que celui à moyen terme (40 jours), lui-même plus élevé que celui à court terme. Ce résultat est compatible avec les variations de la mortalité observées lors d'épisodes majeurs de pollution, tels que celui de Londres en 1952, et avec les résultats des différentes études de cohortes de la littérature. En terme de santé publique, cela signifie qu'une légère diminution de la pollution sur du long terme peut être efficace et entraîner une diminution significative de l'impact sanitaire. Par exemple, une réduction de 3,5 µg/m<sup>3</sup> des PM<sub>2,5</sub> pourrait permettre d'éviter 100 décès par an à Bordeaux, toutes choses étant égales par ailleurs.

## 8. Commentaires

Ces résultats viennent s'ajouter à ceux du rapport APHEIS2 et confirment qu'une amélioration de la qualité de l'air peut avoir des conséquences bénéfiques sur la santé même dans une ville modérément polluée comme Bordeaux.

La publication des premiers résultats du PSAS-9, conjointement à celle du PRQA, a permis une prise de conscience de la problématique air-santé par les décideurs.

Pour l'instant, il est trop tôt pour connaître l'impact des EIS (Aphis et PSAS-9) sur le Plan de Protection de l'Atmosphère à Bordeaux puisque leur publication est très récente. Cependant, les décisions concernant la gestion de la qualité de l'air seront probablement influencées par ces résultats, en particulier grâce aux échanges entre les épidémiologistes de PSAS-9/Aphis et les décideurs locaux. Cependant, il est essentiel que les épidémiologistes restent attentifs aux différentes requêtes de leurs partenaires afin d'améliorer les outils d'évaluation d'impact sanitaire et de développer les collaborations. Par exemple, cet outil concerne la population générale et reste insuffisant pour des problèmes spécifiques à une zone ou une catégorie de la population. Cependant, il peut être amélioré en particulier grâce à une collaboration étroite avec les différents partenaires intéressés.

Pour conclure, il semble que les partenaires et les décideurs locaux s'approprient de mieux en mieux les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique et leur interprétation. A présent, l'information doit être développée auprès du grand public afin de lui permettre de mieux comprendre les enjeux des décisions prises au niveau collectif.