

APHEIS Air Pollution and Health: A European Information System

Situation à Lyon

Rapport de la troisième phase

2002-2003

Jean-François JUSOT

Juillet 2004

Lyon

Résumé des principaux résultats

La communauté urbaine de Lyon (Grand Lyon) a conservé sa vocation de carrefour pour les fleuves, les voies ferrées et les routes de part la confluence du Rhône et de la Saône. Un climat continental avec des conditions anticycloniques d'inversion de température en hiver est fréquemment rencontré. La zone d'étude comporte 9 communes autour de Lyon représentant 782 828 habitants (dont 15,7% ont plus de 65 ans) répartis sur une surface de 132 km² (densité = 5930 hab/km²). Les concentrations de polluants atmosphériques se sont maintenues au même niveau depuis 1993 en dehors du dioxyde de soufre qui diminue nettement depuis la dernière décennie.

Les appareils de type TEOM (Tapered Element Oscillation Microbalance) ont permis de mesurer les PM₁₀. Selon une étude météorologique réalisée dans 12 villes françaises au cours de l'hiver 2001/2002 et de l'été 2001, les mesures de PM₁₀ faites avec le TEOM ont été comparées avec celles faites par le Partisol (méthode gravimétrique). Un facteur de correction de 1,221 pour compenser une partie des PM₁₀ perdue par volatilisation a été utilisé en hiver. Aucune mesure n'était disponible pour les PM_{2,5} et un facteur de conversion de 0,7 à partir des PM₁₀ a été choisi.

Le taux de mortalité standardisé sur l'âge (CIM-9 = [000-999] était de 663,7 pour 100 000 habitants. Pour l'évaluation de l'impact sanitaire à court terme, la mortalité par maladies cardiovasculaires, cardiaques et respiratoires représentait respectivement 34,0%, 22,8%, et 7,9% de l'ensemble de la mortalité.

L'évaluation de l'impact sanitaire à court terme montre qu'une réduction quotidienne à 20 µg.m⁻³ des niveaux de polluants dépassant cette valeur représente le meilleur scénario pour les PM₁₀. La limite réglementaire prévue pour 2010 semble avoir un impact encore plus élevé sur la mortalité.

Une réduction de 3,5 µg.m⁻³ des PM_{2,5} représenterait la stratégie la plus efficace : 60 vies seraient potentiellement épargnées et l'espérance de vie augmenterait de 0,13 année parmi les sujets âgés de plus de 30 ans.

De plus, une amélioration quotidienne de la qualité de l'air semble la plus efficace en terme d'impact sanitaire que la seule gestion des pics de pollution.

Si la surveillance de la qualité de l'air est maintenant bien implantée et une prise de conscience du problème représenté par la pollution atmosphérique évidente, les mesures sanitaires sont encore limitées à la réduction des pics de pollution. Comme les décideurs attendent des informations plus probantes des études en santé, les résultats de cette évaluation de l'impact sanitaire pourraient représenter un outil d'aide à la décision intéressant les différents acteurs impliqués dans la gestion de la pollution de l'air. La présentation des résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire de façon compréhensible, pratique et pédagogique à tous les niveaux décisionnels représente un réel enjeu pour les programmes Apehis et Psas-9, en particulier à Lyon.

Contexte

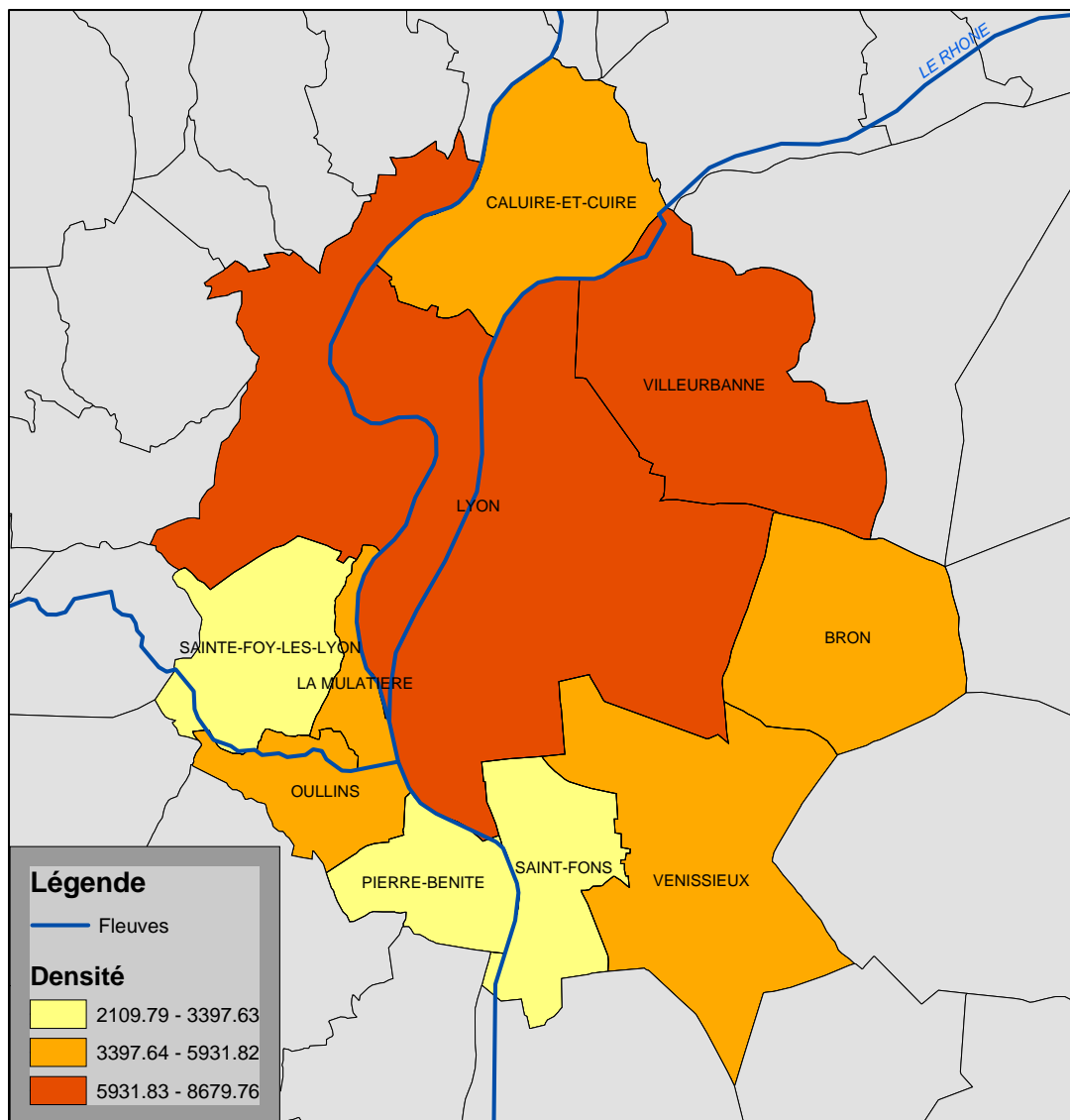
Généralités

La précédente évaluation de l'impact sanitaire (EIS) réalisée à Lyon (au cours de la seconde phase du programme Aphis, rapport 2000-2001) a montré un bénéfice non négligeable de deux stratégies de réduction des niveaux moyens annuels des PM₁₀ à 20 et 10 µg.m⁻³ évitant respectivement la survenue de 73 et 298 décès. Depuis cette dernière évaluation, deux villes de la région Rhône-Alpes ont bénéficié d'une EIS et le plan de protection de l'atmosphère de Lyon a été lancé.

Sur le plan géographique, la communauté urbaine de Lyon (Grand Lyon) a conservé sa vocation de carrefour pour les fleuves, les voies ferrées et les routes de part la confluence du Rhône et de la Saône. Un climat continental avec des conditions anticycloniques d'inversion de température en hiver est fréquemment rencontré. Les températures moyennes quotidiennes se situent entre 8°C en hiver et 17°C en été. Les mois les plus froids sont janvier, février et mars pour l'année 2002, avec respectivement 16, 1 et 2 jours en dessous de 0°C. Les mois les plus chauds sont ceux de juin, juillet et août avec des températures au-dessus de 25°C pendant 14, 12 et 15 jours respectivement. L'humidité relative moyenne est de 52%. Les mois pluvieux sont mai, août et novembre avec des niveaux de précipitation au-dessus de 0,5 mm respectivement pendant 13, 13 et 19 jours. La vitesse du vent est supérieure à 3 m/s au moins 5 jours par mois en février, mars, septembre, octobre et décembre.

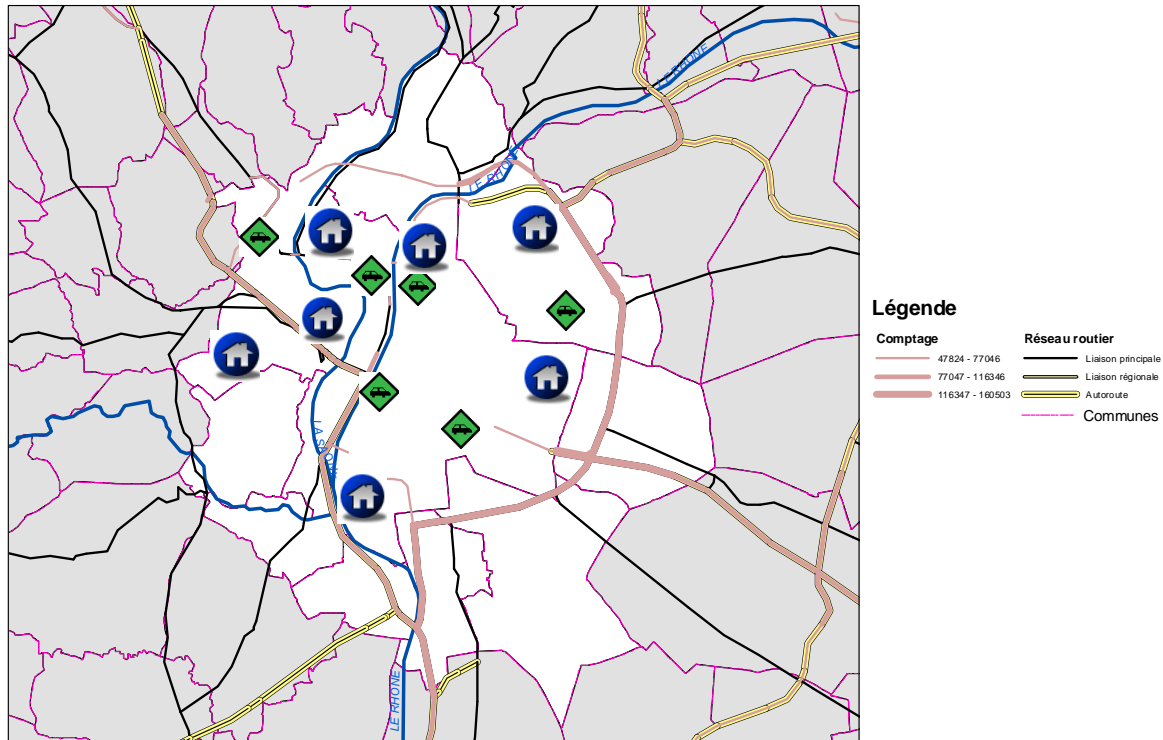
La zone d'étude inclut 9 communes autour de Lyon (Figure 1), rassemblant 782 828 habitants (dont 15,7% ont plus de 65 ans) répartis sur une surface de 132 km² (densité = 5 930 hab/km²).



Figure 1. Zone d'étude retenue et densité d'habitants



La ville de Lyon compte en moyenne 4 400 000 déplacements quotidiens qui augmentent de 25% tous les 10 ans. En 1999, chaque jour, 600 000 véhicules en moyenne sont entrés dans Lyon, dont 100 000 par le tunnel de Fourvière et 90 000 sous le tunnel de la Croix-Rousse. Egalement, 200 000 proviennent du nord et du sud par les autoroutes A6 et A7 respectivement (Figure 2). Ce volume de déplacement est expliqué par le fait qu'environ 400 000 personnes travaillent dans la zone d'étude, dont 60% résident en dehors de la ville. A l'opposé, 320 000 personnes vivent dans la zone d'étude, mais travaillent en dehors.

Figure 2. Zone d'étude et comptage routier
(nombre de véhicules par jour)



-  Station de trafic
-  Station urbaine

Le plan de protection de l'atmosphère de la ville de Lyon (PPA) vise à prendre toutes les mesures nécessaires pour répondre à la réglementation européenne concernant les polluants comme SO₂, NO₂, PM₁₀, CO, Pb, HCl, O₃, C₆H₆. Il est toujours possible de développer des mesures encore plus restrictives pour ces polluants ou des mesures s'appliquant à de nouveaux polluants au niveau local.

Au niveau local, les résultats d'Apheis3 complètent ceux du Psas-9 pour l'évaluation de l'impact sanitaire et des plans de réglementation locaux.

Origines des émissions

Soixante pour cent des émissions de dioxyde de soufre provient des industries (principalement de la raffinerie de Feyzin) et 60% du dioxyde d'azote et du monoxyde de carbone vient du trafic.

Les particules fines sont également reliées au trafic. Les niveaux moyens de PM₁₀ n'ont pas changé : 29 µg.m⁻³ en 1996, 32 µg.m⁻³ en 1997, 27 µg.m⁻³ en 1998, 23 µg.m⁻³ en 1999, 2000 et 2001, 27 µg.m⁻³ en 2002. Il en va de même pour les niveaux de NO₂ et O₃ qui restent constants.

Un niveau élevé d'ozone a été observé au cours de l'été 2003.

Données d'exposition

La technique de TEOM (Tapered Element Oscillation Microbalance) est utilisée pour la mesure des PM₁₀. Selon une étude métrologique réalisée dans 12 villes françaises au cours de l'hiver 2001/2002 et de l'été 2001, les mesures de PM₁₀ faites avec le TEOM ont été comparées avec celles faites par le Partisol (méthode gravimétrique). Un facteur de conversion de 1,221 pour compenser une partie des PM₁₀ perdue par volatilisation a été utilisé en hiver. Aucune mesure n'était disponible pour les PM_{2,5} et un facteur de conversion de 0,7 à partir des PM₁₀ a été choisi.

Les résultats des concentrations des principaux polluants en fonction du nombre de stations de mesure sont récapitulés dans le tableau 1 pour la zone d'étude considérée et l'année 2002.

Tableau 1. Concentration des polluants et caractéristiques des stations de mesure.

Polluant	Nombre de stations ¹	Moyenne annuelle ²	Maximum horaire ²	Nombre d'heures en excès ^{2,3}
SO ₂	17 (7, 6, 4)	2-13	142-436	0-4
NO ₂	11 (3, 7, 1)	42-77	141-389	3-41
O ₃	4 (3, 1, 0)	25-43	207-246	3-21
PM ₁₀	5 (2, 3, 0)	23-32	163-494	61-262
PM _{2,5}	1 (0, 1, 0)	32	199	ND
CO	4 (0, 4, 0)	882-1417	4627-11439	0

1: Nombre total de stations

() : Nombre de stations situées dans un environnement respectivement urbain, de trafic et industriel

2 : L'étendue des paramètres est donnée pour les stations mesurant la concentration du polluant

3 : Heures en excès en fonction des seuils réglementaires en cours pour l'année considérée

ND : Non disponible

De 1993 à 1999, les PM₁₀ ont été mesurées par 4 stations et, après 1999, par deux stations. Depuis 2001, les PM_{2,5} sont mesurées par 2 stations : une station urbaine et une station de trafic.

Les tendances des concentrations de chaque polluant au cours du temps peuvent être interprétées de la façon suivante :

- SO₂ : depuis 1993, ce polluant diminue constamment passant de 42 à 10 µg.m⁻³ en 2002.

- Le NO et le NO₂ sont restés presque au même niveau depuis 1993. Néanmoins, pour le NO₂, la part due au seul trafic a un peu diminué depuis 1997 passant de 70 à environ 60 µg.m⁻³.
- L'ozone ne montre aucune évolution dans ses concentrations,
- Les PM₁₀ sont restés inchangés depuis 1995, avec une moyenne annuelle d'environ 27 µg.m⁻³.
- Les mesures du monoxyde de carbone montrent des résultats encourageants avec une tendance à la baisse depuis 1993. Les concentrations sont passées de 3 000 à 1 000 µg.m⁻³ depuis l'année 2000.
- Les métaux lourds comme le plomb ou le cadmium ont diminué depuis 1995, passant de 0,25 à moins de 0,05 µg.m⁻³ en 2002.
- Le benzo(a)pyrène est mesuré depuis la fin 2001. La moyenne annuelle est actuellement autour de 0,8 ng.m⁻³, en dessous du futur seuil de 1 ng.m⁻³.

Les données d'exposition d'Apheis3 concernent les données de pollution atmosphérique recueillies en 2000. Les résultats descriptifs figurent dans le tableau 2.

Tableau 2. Concentration des PM₁₀ pour l'année 2000

	PM ₁₀
Année de mesure	2000
Moyenne (ET [†])	23,0 (11,7)
Percentiles : 5 - 95	10 - 45
Nombre de jours au-dessus de 20 µg.m ⁻³ (CT [†] - LT [‡])	175 - 196
Nombre de jours au-dessus de 50 µg.m ⁻³ (CT)	14
Nombre de jours au-dessus de 40 µg.m ⁻³ (LT)	46

écart-type

[†] court terme

[‡] long terme

Les trois figures suivantes montrent les distributions de PM₁₀ pendant l'année, l'été et l'hiver. La distribution des concentrations de PM₁₀ est plus étendue en hiver qu'en été à partir du 75^{ème} percentile (Figures 3a, 3b et 3c).

Figure 3a. Distribution des niveaux de PM₁₀ - année entière

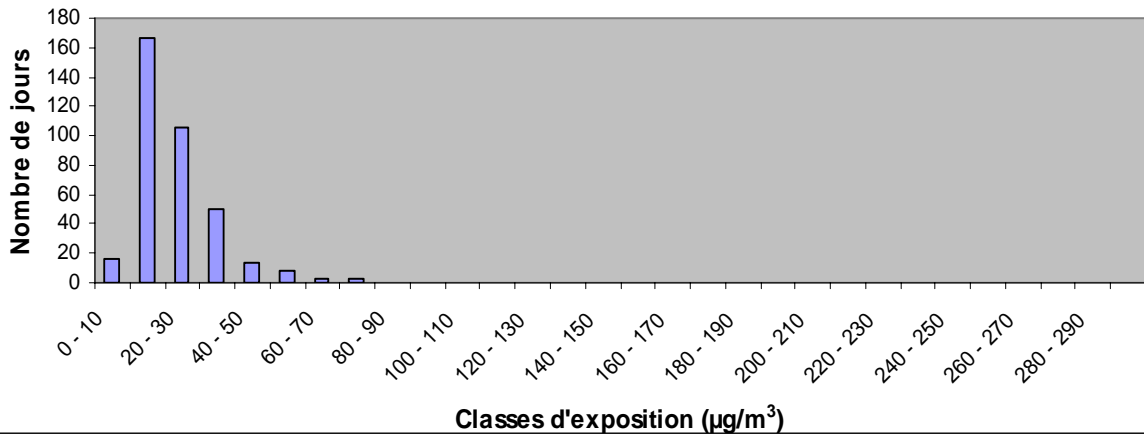


Figure 3b. Distribution des niveaux de PM₁₀ - été

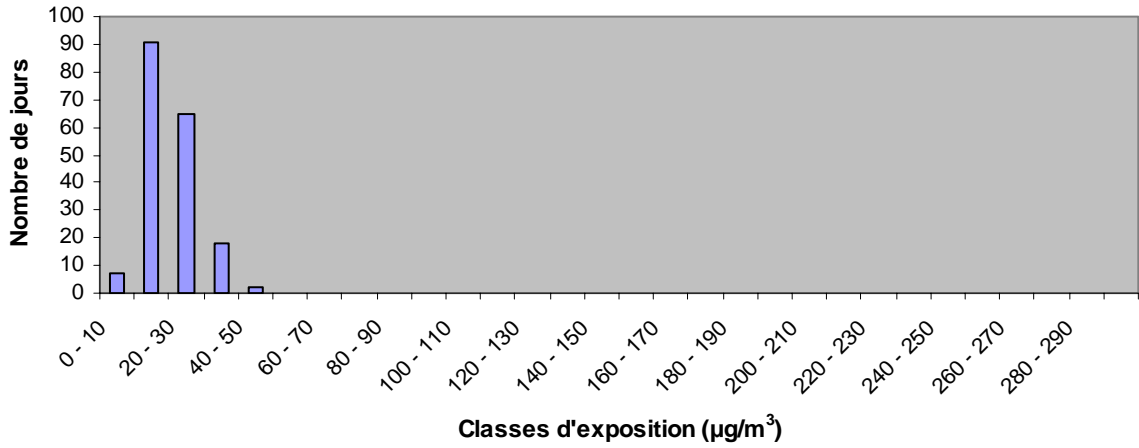
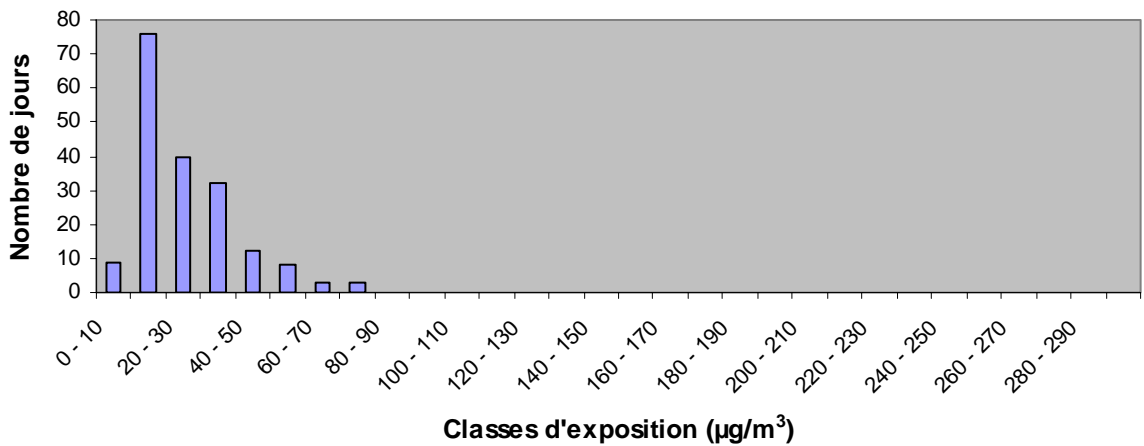


Figure 3c. Distribution des niveaux de PM₁₀ - hiver



Le PPA de Lyon a été lancé en 2003 par la constitution de trois groupes de travail : 1°) coordination, 2°) émissions, et 3°) qualité de l'air et impact sanitaire. Le premier groupe est concerné par la définition d'objectifs, la coordination du PPA avec le plan de déplacement urbain (PDU), la validation des simulations réalisées par les autres groupes de travail, et la communication.

Le second groupe décrit et analyse les émissions, rassemble les informations sur les mesures antérieures ou les projets visant à réduire la pollution de l'air ou à améliorer la qualité de l'air. Il proposera aussi des simulations pour atteindre les objectifs du groupe « coordination ».

Le troisième groupe donne l'information concernant la zone d'étude et la situation des stations de mesure dans cette zone, est informé de l'évolution de la qualité de l'air depuis le début de la surveillance et analyse le phénomène de la dispersion ou de la modification des polluants. Ce groupe utilise et teste les simulations proposées par le second groupe. Sa tâche concerne plus particulièrement l'évaluation de l'impact sanitaire.

Données sanitaires

L'ensemble des données sanitaires est résumé dans le tableau 3.

- Le centre épidémiologique des données de décès (CepiDc) de l'Institut National pour la Santé et la Recherche Médicale (Inserm) fournit les causes médicales de décès basées sur la neuvième classification internationale des maladies (CIM-9). Les données les plus récentes concernaient l'année 1999 au moment de l'étude. Un programme de contrôle de qualité des données est assuré. Aucune donnée manquante n'a été observée.
- Les données sur les admissions hospitalières concernent les hôpitaux publics et privés et sont extraites du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) géré par l'agence technique de l'information hospitalière (ATIH), pour l'année 2000. Un contrôle de qualité est réalisé avec une exhaustivité d'au moins 95%. Aucune donnée manquante pour les causes d'admission n'a été retrouvée.
- Le taux de mortalité standardisé sur l'âge (CIM-9 = [000-999]) est de 663,7 pour 100000 habitants, en utilisant comme population de référence la population européenne⁴.

⁴ Nations Unies. Département des affaires sociales et économiques, division population. Projections de la population mondiale : révision 2000.

Tableau 3. Nombre moyen quotidien et taux annuel pour 100000 : décès et admissions hospitalières

Indicateur sanitaire	CIM-9	CIM-10	Nombre moyen quotidien	Nombre de cas pour 100 000
EIS à court terme				
Mortalité toutes causes*	< 800	A00-Q99	15,39	1,97
Mortalité cardiovasculaire	390-459	I00-I99	5,23	0,67
Mortalité respiratoire	460-519	J00-J99	1,21	0,15
Mortalité cardiaque	390-429	I00-I52	3,51	0,45
Admissions hospitalières pour pathologies cardiaques	390-429	I00-I52	14,85	1,90
Admissions hospitalières pour pathologies respiratoires	460-519	J00-J99	14,58	1,86
EIS à long terme				
Mortalité totale	0-999	A00-T98	16,59	2,12
Mortalité cardiopulmonaire	401-440 460-519	I10-I70 J00-J99	6,02	0,77
Mortalité par cancer du poumon	162	C33-C34	0,92	0,12

* pour les scénarios de réduction des PM₁₀ à court et long terme

Évaluation de l'impact sanitaire : méthode

Différents scénarios ont été utilisés pour évaluer l'impact à court et à long terme aux particules fines. A Lyon, ces scénarios ont été construits pour deux indicateurs de pollution : les PM₁₀ et les PM_{2,5} qui représentent une fraction des PM₁₀. Les estimations de ces impacts sanitaires peuvent se confondre, aussi est-il recommandé d'apporter une attention particulière à ces résultats ; en aucun cas il n'est possible de sommer ces indicateurs qui représentent qualitativement le même type de pollution.

Fonctions exposition-risque choisies

Différents outils et estimations sont utilisés pour faire l'évaluation à court et à long terme des effets sanitaires de la pollution particulaire (Tableau 4).

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>	codes CIM-9	codes CIM-10	Outil de calcul	RR (Intervalle de confiance 95%) pour une augmentation de 10 µg.m⁻³	Scénarios de réduction de la pollution considérés (moyennes journalières)	Villes concernées
PM₁₀	Mortalité toutes causes tous âges	< 800	A00-Q99		1,006 (1,004, 1,008)	3 scénarios : Réduction à 50 µg.m ⁻³ Réduction à 20 µg.m ⁻³ Réduction de 5 µg.m ⁻³	Villes mesurant les PM ₁₀
	Mortalité cardiovasculaire tous âges	390-459	I00-I99		1,009 (1,005, 1,013)		
	Mortalité respiratoire tous âges	460-519	J00-J99	Feuille de calcul Psas-9	1,013 (1,005, 1,021)		
	Hospit cardiaques tous âges	390-429	I00-I52		1,006 (1,003, 1,009)		
	Hospit respiratoires tous âges	460-519	J00-J99		1,0114 (1,0062 - 1,0167)		
PM₁₀ (40 jours)*	Mortalité toutes causes tous âges	< 800	A00-Q99		1,01227 (1,0081 - 1,0164)		Villes mesurant les PM ₁₀
	Mortalité cardiovasculaire tous âges	390-429	I00-I52	Feuille de calcul Psas-9	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>	<i>codes CIM-9</i>	<i>codes CIM-10</i>	<i>Outil de calcul</i>	<i>RR (Intervalle de confiance à 95%) pour une augmentation de 10 µg.m⁻³</i>	<i>Scénarios de réduction de la pollution considérés (moyennes annuelles)</i>	<i>Villes concernées</i>
<i>Nombres de cas attribuables</i>							
PM₁₀	Mortalité totale	< 800	A00-Q99	Feuille de calcul Psas-9	1,043 (1,026-1,061) Etude trilatérale Apehis 2	3 scénarios : Réduction à 40 µg.m ⁻³ Réduction à 20 µg.m ⁻³ Réduction de 5 µg.m ⁻³	Villes mesurant les PM ₁₀
	Mortalité totale	0-999	A00-T98		1,06 (1,02-1,11)		
PM_{2,5}	Mortalité cardio-pulmonaire	401-440 et 460-519	I10-I70 et J00-J99	Feuille de calcul Psas-9	1,09 (1,03-1,16)	3 scénarios : Réduction à 20 µg.m ⁻³ Réduction à 15 µg.m ⁻³ Réduction de 3,5 µg.m ⁻³	Villes estimant les PM _{2,5} à partir des PM ₁₀ ou les mesurant directement
	Cancer du poumon	162	C33-C34		1,14 (1,04-1,23) CA III Pope, 2002		
<i>Années de vie perdues</i>							
PM_{2,5}	Mortalité totale	0-999	A00-T98		1,06 (1,02-1,11)	3 scénarios : Réduction à 20 µg.m ⁻³ Réduction à 15 µg.m ⁻³ Réduction de 3,5 µg.m ⁻³	Villes estimant les PM _{2,5} à partir des PM ₁₀ ou les mesurant directement
	Mortalité cardio-pulmonaire	401-440 et 460-519	I10-I70 et J00-J99	AirQ	1,09 (1,03-1,16)		
	Cancer du poumon	162	C33-C34		1,14 (1,04-1,23) CA III Pope, 2002		

Différentes approches ont été utilisées pour décrire les effets à court et long terme. Pour les PM_{10} , les résultats pour le court et le long terme sont exprimés en nombre de décès attribuables par année. Pour les $PM_{2,5}$, les résultats pour le long terme sont exprimés en nombre de décès attribuables par année et nombre d'années de vie perdues pour une année.

Scénarios à court terme

Les scénarios suivants ont été utilisés pour estimer les effets aigus de l'exposition à court terme pour les PM_{10} sur la mortalité et les admissions hospitalières annuelles.

EIS à court terme pour les PM_{10} sur 0-1 jour et cumulés sur 40 jours

Trois scénarios ont été utilisés pour estimer les effets aigus des PM_{10} sur 0-1 jour et les effets cumulés des PM_{10} sur 40 jours pour la mortalité toutes causes (sauf causes accidentelles), cardiovasculaire et respiratoire sur une année :

- Réduction des niveaux quotidiens de PM_{10} à la valeur de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour tous les jours excédant cette valeur ;
- Réduction des niveaux quotidiens de PM_{10} à la valeur de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour tous les jours excédant cette valeur (intéresse les villes avec des niveaux faibles de PM_{10}) ;
- Réduction des niveaux quotidiens de PM_{10} de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ (intéresse les villes avec des niveaux faibles de PM_{10}).

Scénarios à long terme

Scénarios d'EIS à long terme pour les PM_{10}

Trois scénarios ont été utilisés pour estimer les effets à long terme de l'exposition aux PM_{10} sur la mortalité toutes causes (sauf causes accidentelles) sur une année :

- Réduction de la valeur moyenne annuelle des PM_{10} à un niveau de $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ (valeur limite réglementaire pour 2005) ;
- Réduction de la valeur moyenne annuelle des PM_{10} à un niveau de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ (valeur limite réglementaire pour 2010) ;
- Réduction de la valeur moyenne annuelle des PM_{10} de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ (pour les villes avec des niveaux faibles de PM_{10}).

Scénarios d'EIS à long terme pour les $PM_{2,5}$

Les effets à long terme des $PM_{2,5}$ ont été évalués pour la mortalité toutes causes, cardio-pulmonaire et pour la mortalité par cancer du poumon chez les sujets âgés de plus de 30 ans.

Les trois scénarios suivants ont été considérés :

- Réduction de la valeur moyenne annuelle des $PM_{2,5}$ à un niveau de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$;

- Réduction de la valeur moyenne annuelle des $PM_{2,5}$ à un niveau de $15 \mu g.m^{-3}$;
- Réduction de la valeur moyenne annuelle des $PM_{2,5}$ de $3,5 \mu g.m^{-3}$ (pour les villes avec des niveaux faibles de $PM_{2,5}$).

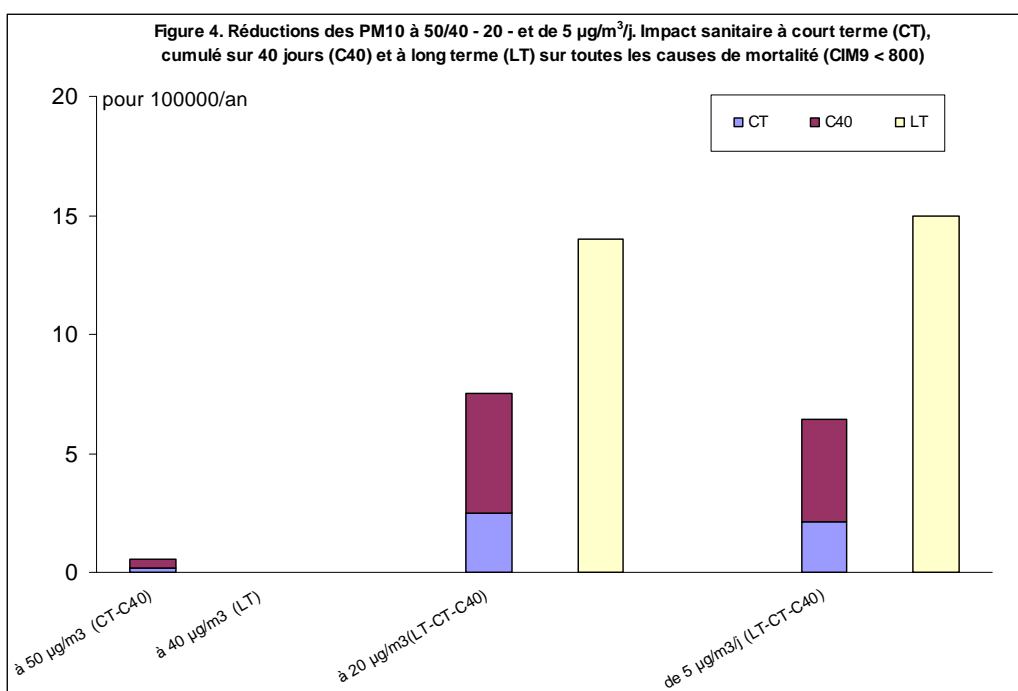
Évaluation de l'impact sanitaire : résultats

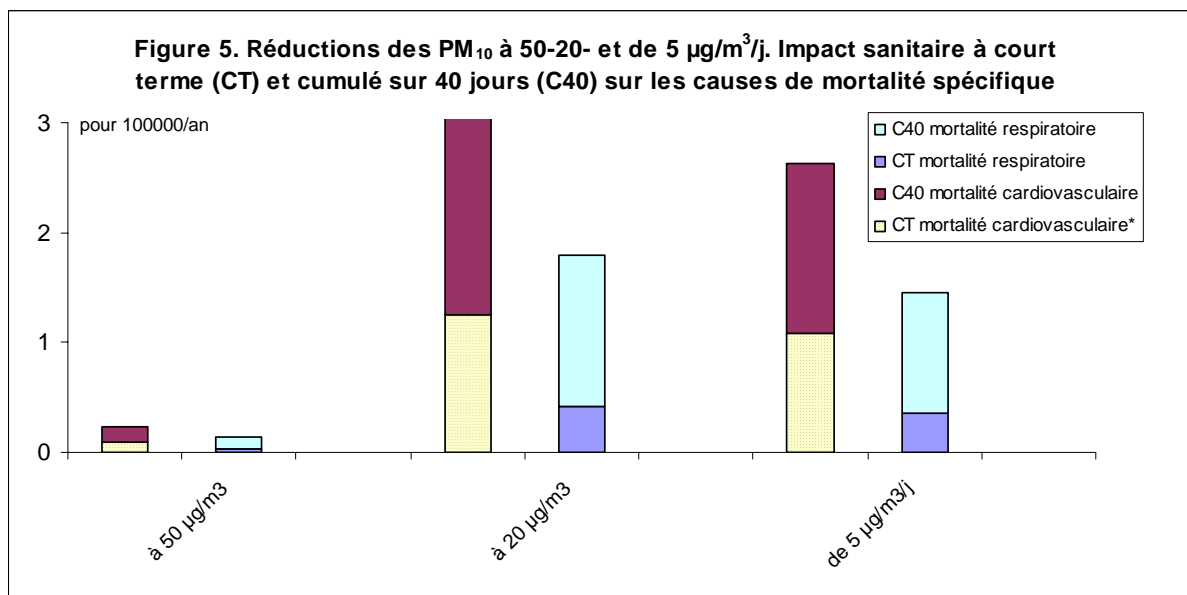
Résultats pour les PM_{10}

EIS à court terme des PM_{10} sur 0-1 jour, cumulés sur 40 jours, et à long terme

1. Résultats pour la mortalité

Les graphiques suivants montrent l'effet sanitaire des PM_{10} sur la mortalité pour différents décalages : à court terme (décalage = 0-1 jour), effet cumulé (sur 40 jours), et à long terme (années). Les données des PM_{10} et de la mortalité concernent respectivement l'année 2000 et l'année 1999.



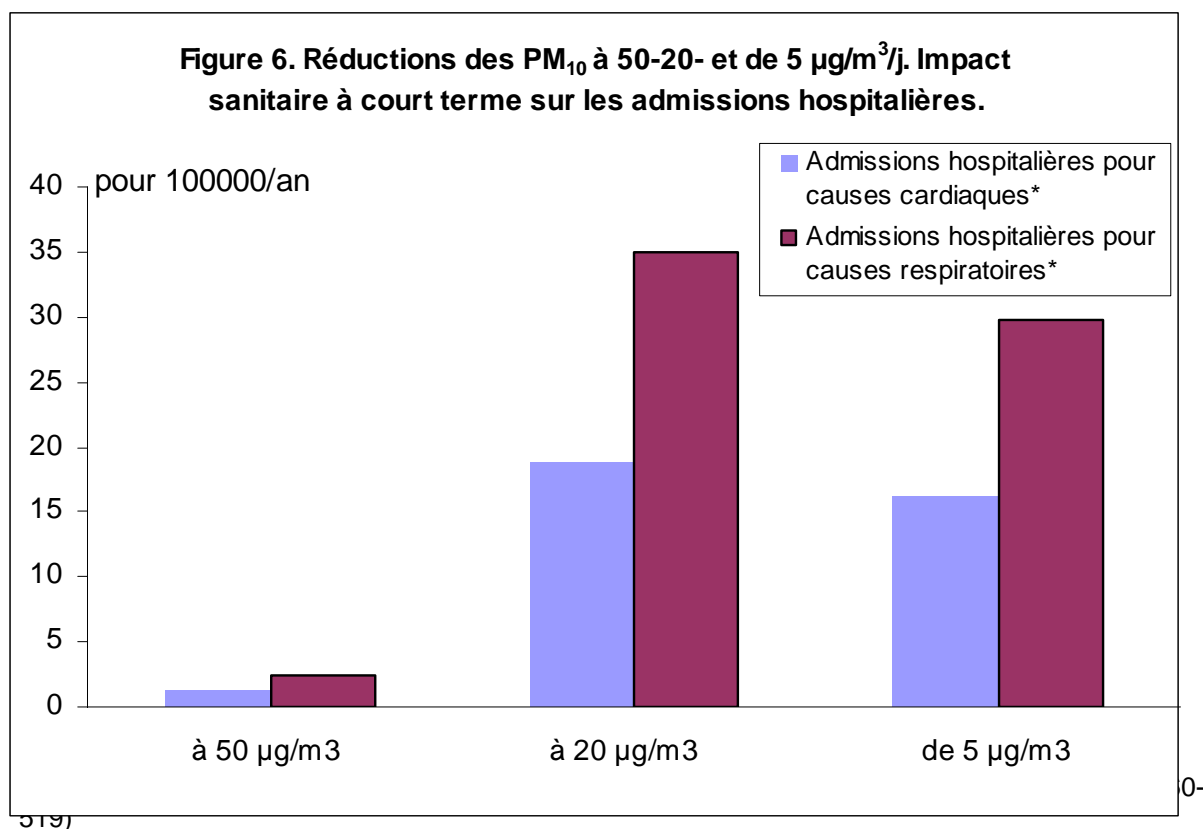


*Mortalité cardiovasculaire (CIM-9 390-459), mortalité respiratoire (CIM-9 460-519).

Si les niveaux de PM₁₀ étaient ramenés à 20 µg.m⁻³ tous les jours lorsqu'ils ont dépassé cette valeur, Lyon pourrait voir son nombre de décès anticipés diminuer de 19 dans l'année. Après 40 jours d'exposition, la mortalité évitable s'élève à 40 décès. Des résultats semblables sont attendus pour la mortalité spécifique : respectivement 10 et 15 décès pour les maladies cardiovasculaires et respectivement 3 et 11 décès pour les maladies respiratoires. Les bénéfices potentiels de réduction quotidienne des niveaux de PM₁₀ de 5 µg.m⁻³ sont proches de ceux d'une réduction des niveaux quotidiens à 20 µg.m⁻³. L'impact sanitaire est plus important lorsque la durée de l'exposition est plus longue et que l'on considère ses effets cumulés dans le temps.

2. Admissions hospitalières

Les effets de l'exposition à court terme aux PM_{10} sur les admissions hospitalières pour pathologies cardiaques et respiratoires ont été estimés sur une année. Les données de PM_{10} sont celles de l'année 2000, les données de mortalité de l'année 1999.



La diminution est la plus marquée pour les admissions pour pathologies cardiaques en ramenant quotidiennement les niveaux de PM_{10} à $20 \mu g.m^{-3}$ ou en les réduisant de $5 \mu g.m^{-3}$ chaque jour.

3. Prise en compte du risque local et du méta-risque pour estimer les effets sur la santé des PM_{10}

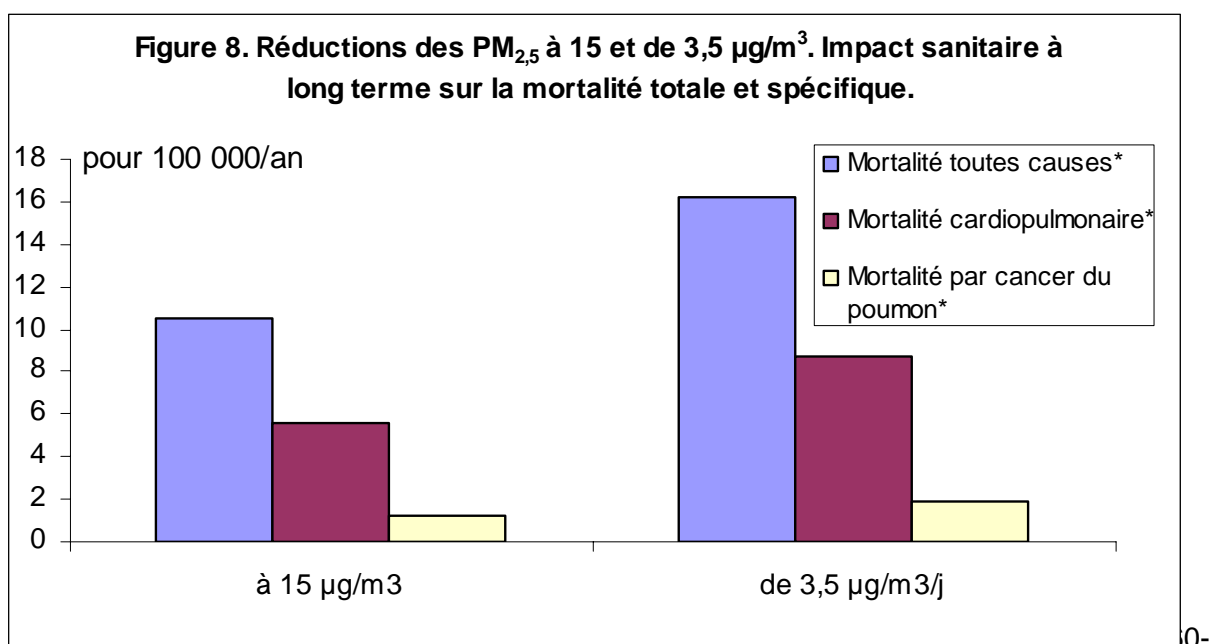
Les estimations combinées localement et d'après une méta-analyse (shrunken estimates-SE) ont été calculées pour les effets aigus des PM_{10} pour toutes les causes de décès (exceptées les causes externes) sur une année. Ces estimations n'ont pas été faites pour Lyon (Figure 7 non disponible).

Résultats pour les PM_{2,5}

1. Nombre de cas attribuables

Trois scénarios ont aussi été utilisés pour estimer les effets à long terme de l'exposition aux PM_{2,5} sur la mortalité pour une année.

La figure 8 montre le nombre de décès toutes causes, par maladies cardio-pulmonaires et par cancer du poumon, rapporté pour 100 000 habitants. Les données des PM_{2,5} et de mortalité concernent respectivement les années 2000 et 1999.



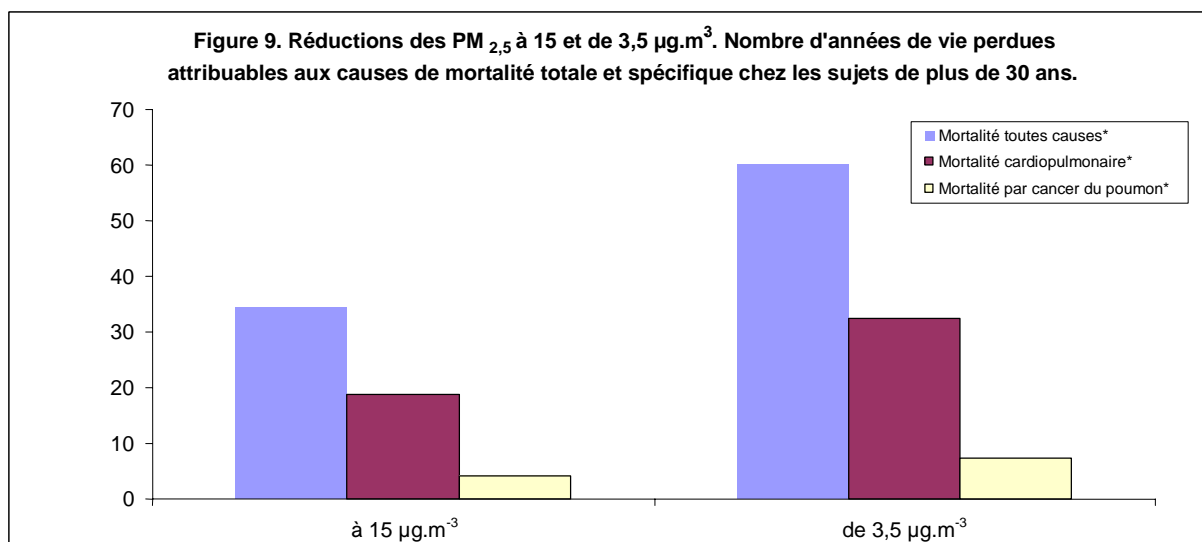
519) et mortalité par cancer du poumon (CIM-9 162).

Une réduction moyenne annuelle des PM_{2,5} de 3,5 µg.m⁻³ conduit au meilleur bénéfice en terme de décès toutes causes (126 décès évités) et pour les décès par maladies cardio-pulmonaires (68 décès évités). Pour un scénario similaire, pratiquement deux décès par cancer du poumon pour 100 000 habitants sont évités.

Le taux brut de mortalité par cancer du poumon en France chez les hommes et les femmes est respectivement de 79,4 et 14,9 pour 100 000 habitants et par an et peut être estimé à 42,9 pour 100 000 par an à Lyon.

2. Années de vie perdues

Le nombre d'années de vie perdues attribuable aux effets chroniques de la pollution atmosphérique a été estimé d'après les données de l'année 1999. La figure 9 montre le nombre d'années de vie perdues pour toutes les causes de décès, les décès pour maladies cardio-pulmonaires et par cancer du poumon chez les sujets âgés de 30 ans et plus dans la population lyonnaise. Les données des PM_{2,5} et de mortalité concernent respectivement les années 2000 et 1999.



* Mortalité toutes causes (CIM-9 0-999), mortalité cardiopulmonaire (CIM-9 401-440 et 460-519) et mortalité par cancer du poumon (CIM-9 162).

Pour toutes les causes de décès, toute chose égale par ailleurs, une réduction des PM_{2,5} de 3,5 µg.m³ en 2000 aurait pu sauver 60 années en terme d'espérance de vie chez les sujets de 30 ans et plus, à Lyon. Pour la mortalité cardio-pulmonaire, ce nombre dépasse 30 et pour le cancer du poumon, il est de 7 années.

Le tableau 5 montre les résultats en terme d'espérance de vie.

Tableau 5. Espérance de vie et son augmentation potentielle si les niveaux de pollution atmosphérique annuels étaient réduits à 13,5 µg.m⁻³ à Lyon

Age (années)	Espérance de vie (années)	Gain en espérance de vie (années)		
		Estimation centrale	Limite inf.	Limite sup.
A la naissance	80,67	0,13	0,03	0,22
A 30 ans	51,45	0,13	0,03	0,22
A 65 ans	20,25	0,10	0,03	0,17

En terme d'espérance de vie, toutes choses égales par ailleurs, si les niveaux annuels moyens⁵ (17 µg.m⁻³) pouvaient être réduits à 13,5 µg.m⁻³, les 51,5 années d'espérance de vie d'une personne âgée de 30 ans et plus augmenterait de 0,13 année à Lyon du fait de la réduction du risque de décès toutes causes.

⁵ Calculés après avoir appliqué le facteur de conversion pour les PM_{2,5} à partir de l'ensemble des valeurs de PM₁₀ estivales et hivernales corrigées par le facteur de 1,221

Interprétation des résultats

Les méthodes de mesure des PM_{10} ont utilisé la technique TEOM. Par conséquent, un facteur de correction de 1,221 a été utilisé pour prendre en compte les pertes de PM_{10} par volatilisation en hiver. Les concentrations de polluants restent inchangées depuis 1993, sauf pour le SO_2 qui diminue de façon constante et pour le NO_2 qui montre une légère diminution depuis 1997.

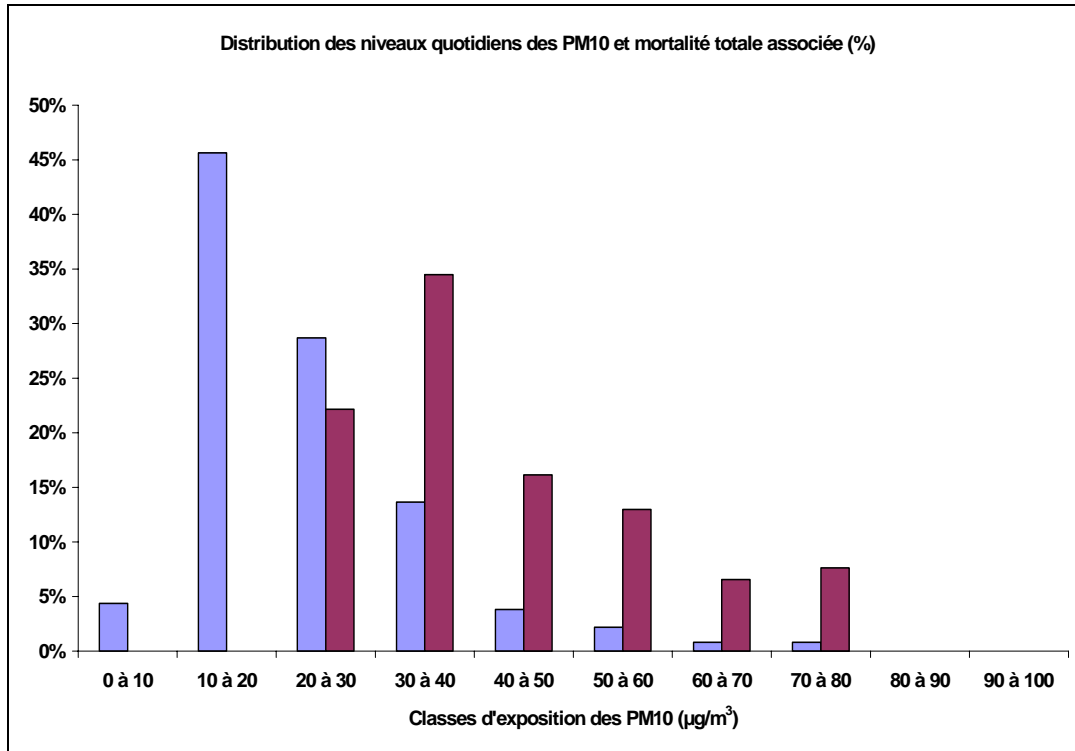
Le taux de mortalité standardisé sur l'âge (CIM-9 = [000-999]) était de 663,7 pour 100 000 habitants, plutôt bas comparé aux autres villes du programme qui ont des taux compris entre 579 et 1220. Pour l'EIS à court terme, la mortalité par maladies cardiovasculaires, cardiaques et respiratoires représentent respectivement 34,0%, 22,8% et 7,9% de la mortalité totale en 1999. Les admissions hospitalières pour causes cardiaques et respiratoires ont une moyenne quotidienne similaire. Pour l'EIS à long terme, la mortalité par maladies cardio-pulmonaires et cancer du poumon comptaient pour respectivement 36,3% et 5,5% de la mortalité totale en 1999.

Dans l'EIS court terme, la réduction quotidienne à $20 \mu g.m^{-3}$ des niveaux de polluants au-dessus de cette valeur représente la meilleure stratégie pour les PM_{10} . La limite pour 2010 semble la plus efficace pour obtenir un impact maximum sur la mortalité en réduisant la pollution atmosphérique.

Pour l'EIS long terme, une réduction de 5 et de $3,5 \mu g.m^{-3}$ de la valeur annuelle moyenne respectivement pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$ conduit à une meilleure réduction de la mortalité.

Une réduction annuelle de $3,5 \mu g.m^{-3}$ représenterait la stratégie la plus efficace : 60 vies seraient potentiellement sauvées et l'espérance de vie augmenterait de 0,13 année chez les sujets âgés de 30 ans et plus.

Par ailleurs, une amélioration quotidienne de la qualité de l'air semble plus efficace en terme d'impact sur la santé que la seule gestion des pics de pollution. La figure suivante confirme cette observation ; les niveaux de PM₁₀ compris entre 20 et 40 µg.m⁻³ sont à l'origine de plus de 50% de la mortalité totale.



Commentaires généraux

Avant la loi de 1996 sur la qualité de l'air et l'élaboration du plan régional de la qualité de l'air (PRQA) en 2001, la préfecture de la région Rhône-Alpes créait en 1990 le secrétariat pour la prévention de la pollution industrielle et des risques dans l'agglomération lyonnaise (Spiral). Il vise à réduire le risque industriel et celui dû aux polluants en définissant des actions prioritaires.

Plus récemment, l'élaboration du plan de protection de l'atmosphère (PPA) de la ville de Lyon a été lancée en 2003 et complète la planification régionale. Trois groupes de travail le composent : 1°) coordination, 2°) émissions, et 3°) qualité de l'air et impact sanitaire. Le troisième groupe concentrera ses efforts sur l'évaluation de l'impact sanitaire. Les plans de protection de l'atmosphère sont obligatoires pour toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants. Ils ont notamment pour objectif de ramener à l'intérieur de la zone du plan (102 communes pour le PPA de Lyon), la concentration en polluants dans l'atmosphère à un niveau inférieur aux normes européennes. Sont concernés des polluants comme SO₂, NO₂, PM₁₀, CO, Pb, HCl, O₃, C₆H₆, mais aussi à terme l'arsenic, le cadmium, les HAP, le mercure et le nickel (directives européennes en cours d'adoption).

Enfin, le plan national santé environnement, dont la déclinaison locale en plan régional santé environnement (PRSE), volet du plan régional de santé publique, est prévue pour fin 2005, contient un objectif de réduction des émissions industrielles (NO_x, et 6 substances cibles : benzène, chlorure de vinyle monomère, cadmium, plomb, mercure et dioxines), ainsi que d'un objectif de réduction des émissions polluantes du secteur résidentiel tertiaire. Un certain nombre d'actions de réduction des émissions seront à mettre en œuvre d'ici 5 ans dans le cadre de ce PRSE.

Une réelle prise de conscience du problème de la pollution atmosphérique est évidente. Néanmoins, des décisions en matière de santé publique n'ont pas encore suivi, excepté les procédures d'alerte initiées par la préfecture, l'élaboration du plan des déplacements urbains (PDU) et la journée annuelle sans voiture. L'information émanant du PRQA a entraîné une meilleure prise de conscience de la pollution atmosphérique chez les décideurs qui attendent aujourd'hui davantage des études sanitaires. Bien que le PRQA ait permis la création d'un comité permanent d'évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, l'information diffuse encore peu au niveau des décideurs. De plus, le public ne reste que superficiellement, ponctuellement et pas toujours informé et sensibilisé de façon adéquate. Les résultats actuels de l'EIS pourraient représenter un outil d'aide à la décision pour les différents acteurs de la gestion de la pollution de l'air.

Conclusions

La ville de Lyon n'est pas encore complètement à « l'heure d'Apheis » bien que plusieurs initiatives aient été prises telles que la création du Spiral, l'élaboration du PRQA ainsi que celles, plus récentes, du PRSE et du PPA.

Un outil de communication développé par Apheis serait utile pour Lyon qui fait partie des grandes villes européennes. Cet outil pourrait être utilisé à l'occasion de la mise en place de l'atelier « communication » du PPA de Lyon.

Jusqu'à ce jour, l'EIS européenne a été développée dans Apheis pour un polluant : les particules. L'ozone devrait être inclus également en raison de ses effets sur la santé qui sont suffisamment bien connus et parce qu'il représente un polluant prédominant pendant l'été, associé aux vagues de chaleur qui pourraient survenir de plus en plus fréquemment. De nouveaux polluants comme le benzène dans l'optique d'une EIS à long terme et le NO₂, qui est relié au trafic, devraient aussi être envisagés.

Si la surveillance de la qualité de l'air est maintenant bien implantée et la prise de conscience de la pollution atmosphérique évidente, les mesures de santé restent encore limitées à la réduction des pics de pollution. Conformément à l'attente des décideurs, les résultats de cette EIS pourraient représenter un outil d'aide à la décision pour les différents acteurs impliqués dans la gestion de la pollution atmosphérique. Comment introduire ce type de résultats dans le circuit de la prise de décision et les présenter d'une façon pédagogique, compréhensible et pratique ? Cette question reste à résoudre et les réponses à apporter constituent un enjeu pour le Psas-9 et le programme Apheis.