

APHEIS Air Pollution and Health: A European Information System

Situation à Rouen

Rapport de la troisième phase

2002-2003

Myriam Blanchard

Juillet 2004

Résumé des principaux résultats

Les deux principales sources de pollution atmosphérique dans l'agglomération de Rouen sont l'industrie et le transport. Les moyennes journalières et annuelles de PM_{10} sont en dessous des valeurs limites européennes prévues pour 2005 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne devant pas être dépassé plus de 35 jours par an) et légèrement au dessus de celles prévues pour 2010 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne devant pas être dépassé plus de 7 jours par an et $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la moyenne annuelle).

Les analyses ont permis d'estimer que 37 décès par an étaient potentiellement évitables dans la zone d'étude de Rouen pour une réduction à long terme de la pollution en particules fines $PM_{2,5}$ à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette estimation peut se traduire par un gain potentiel de 20 années d'espérance de vie réparties sur l'ensemble de la population en 2001.

Concernant les impacts à court terme, si les moyennes journalières de PM_{10} restaient inférieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 décès et 32 hospitalisations pour pathologies cardiaques et respiratoires aurait pu être évitées en 2001.

Contexte

L'agglomération de Rouen est située à 120 km au nord-ouest de Paris et couvre une superficie de 320 km². La zone d'étude comprend 38 communes, soit approximativement 435 000 habitants dont 15% âgés de 65 ans et plus (Recensement Insee 1999). Rouen est situé dans un bassin entouré de collines et falaises, ce qui, associé à des vents faibles et à des phénomènes d'inversions thermiques, limite la dispersion des polluants atmosphériques. Les vents de sud-ouest sont dominants et poussent la pollution industrielle vers le centre ville. Les brouillards matinaux sont relativement fréquents. Les températures moyennes annuelles minimales et maximales sont respectivement de 6,2°C et 14,4°C.

Il existe deux plans de gestion de la qualité de l'air de l'agglomération de Rouen mis en place dans le cadre de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure) : le Plan régional de la qualité de l'air dont la première version a été approuvée en décembre 2001 et le Plan de protection de l'atmosphère (PPA) qui est en cours de rédaction. Le PPA a pour but la mise en place des mesures nécessaires pour le respect des valeurs réglementaires européennes en matière de concentrations atmosphériques des polluants tels que SO₂, NO₂, PM_{2,5}, O₃.

Résumé des données et des résultats de la seconde année d'Apheis

Pour Apheis 2, seules les fumées noires étaient mesurées en 1998 et leur concentration moyenne journalière était de 9,8 µg/m³. L'évaluation de l'impact sanitaire n'avait été réalisée que pour les effets à court terme en terme de mortalité et d'hospitalisations pour pathologies respiratoires. Aucun résultat n'était disponible pour les admissions pour pathologies cardiaques.

Les principaux résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Gain potentiel pour une réduction des concentrations en fumées noires	Nombre de cas attribuable par an	Taux pour 100 000 habitants
mortalité		
réduction des concentrations > à 50 à 50 µg/m ³	1,4 (0,7-1,9)	0,3 (0,2-0,4)
réduction des concentrations > à 20 à 20 µg/m ³	5,1 (2,5-6,8)	1,2 (0,6-1,6)
réduction de 5 µg/m ³	10,5 (6,1-14,8)	2,4 (1,4-3,4)
hospitalisation pour causes respiratoires		
réduction des concentrations > à 50 à 50 µg/m ³	0,1 (0,0-0,8)	
réduction des concentrations > à 20 à 20 µg/m ³	0,3 (0,0-2,9)	

Les objectifs d'Apheis 3

Les objectifs d'Apheis 3 complètent ceux du programme Psas-9 (Programme de surveillance Air & Santé sur 9 villes françaises) et d'Apheis 2 en ce qui concerne les impacts sanitaires de la pollution par les particules. Outre l'impact à court terme des fumées noires sur la mortalité et sur les admissions hospitalières qui sera de nouveau estimé, Apheis 3 permettra d'évaluer l'impact à court et long terme de l'exposition à de nouveaux indicateurs de pollution particulaire qui sont les PM₁₀ et les PM_{2,5}. Enfin, l'impact à long terme sera aussi estimé à travers le calcul des années de vie perdues.

Sources d'émission

Les principales sources de pollution atmosphérique ont été décrites dans le précédent rapport d'Apheis (www.apheis.org). Le tableau suivant reprend leurs parts relatives.

Tableau 1. Principales sources d'émission

Source	Transport (%)	Combustion (%)	Industrie (%)
SO ₂	3,3%	3,2%	93,5%
NO _x	45,5%	7,2%	46,5%
COVNM	31,8%	13%	53,8%

La part de l'agglomération de Rouen dans les émissions régionales est estimée à 16 % pour le dioxyde de soufre (SO₂) et 11 % pour le dioxyde d'azote (NO₂). 93 % des émissions de SO₂ sont liées à l'industrie. Le transport et l'industrie sont les principaux responsables des émissions de NO_x (CITEPA 1994).

Données d'exposition

L'association agréée de surveillance de la qualité de l'air sur l'agglomération de Rouen, Air-Normand, a fourni les données de pollution de l'air. L'agglomération est équipée de 14 stations fixes dont 4 urbaines. Pour les PM_{2,5} les 2 stations de mesure ont été mises en place courant 2001, et en Avril 2000 pour les PM₁₀. Les sites de mesure de fumées noires ont été modifiés depuis l'étude Apheis 2.

Les concentrations en fumées noires sont mesurées par réflectométrie. Les PM₁₀ et les PM_{2,5} sont mesurées par la méthode TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance).

Les indicateurs de pollution ont été construits en calculant la moyenne des concentrations journalières mesurées par les stations sélectionnées. Cette sélection s'appuie sur les critères suivants : une bonne corrélation des mesures entre les stations (corrélation $\geq 0,70$) et des

concentrations moyennes relativement proches. Pour les fumées noires, 3 stations urbaines ont été sélectionnées. Pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$, 2 stations ont été retenues.

Pour les calculs d'impact sanitaire à long terme des PM_{10} et des $PM_{2,5}$, des facteurs de correction ont été appliqués aux mesures afin d'être en cohérence, avec les recommandations européennes d'une part (méthode de mesure gravimétrique pour référence) et avec les méthodes de mesures rapportées dans la littérature pour ce type d'étude épidémiologique d'autre part (méthode gravimétrique également).

Ainsi, après consultation des professionnels de l'Ecole des Mines de Douai (laboratoire de référence), un facteur de correction, différent selon la saison, a été appliqué aux mesures de PM_{10} réalisé par le TEOM. Pour Rouen, ces facteurs étaient les suivants :

- En hiver (niveaux de particules élevés) : 1,22
- En été (niveaux de particules modérés) : 1

L'estimation de ces facteurs était basée sur des campagnes locales de mesures comparatives entre la méthode gravimétrique et la méthode du TEOM.

Certaines villes participant à Aphis ne disposent pas de mesures directes de $PM_{2,5}$ et doivent estimer les niveaux de ce polluant par conversion des niveaux de PM_{10} . Aussi, dans un souci de cohérence des méthodes au sein du programme, les niveaux de $PM_{2,5}$ utilisés à Rouen pour l'EIS ont également été obtenus en appliquant un facteur de conversion aux niveaux de PM_{10} précédemment corrigés : ce facteur, fixé au niveau européen, est de 0,7.

Les données d'exposition avaient les caractéristiques suivantes :

- o Les mesures utilisées étaient celles de l'année : 2001 pour les fumées noires et les PM_{10} ;
2002 pour les $PM_{2,5}$ mesurées.
- o Les concentrations moyennes journalières (écart-type) étaient de :
 - 21 (9) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} ;
 - 8 (7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les fumées noires ;
 - 15 (8) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $PM_{2,5}$ (mesures directes).

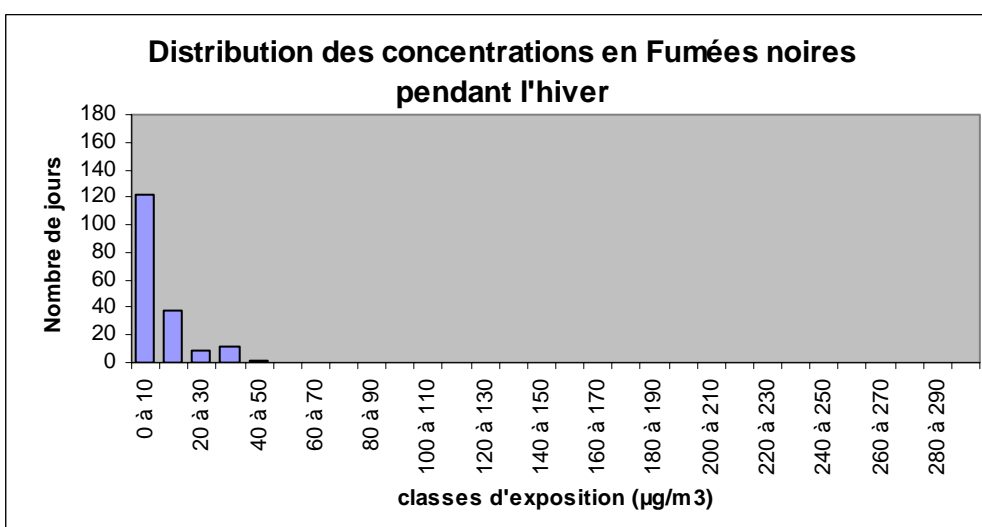
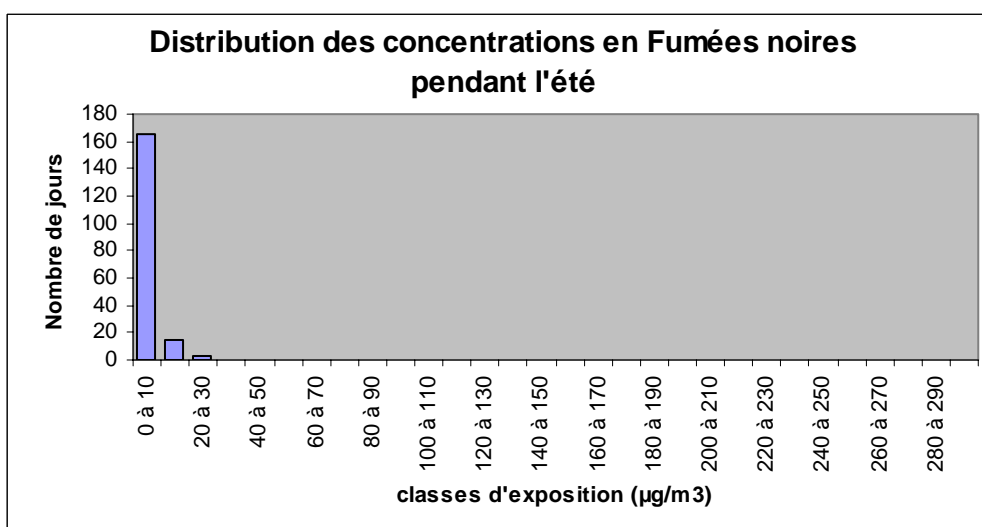
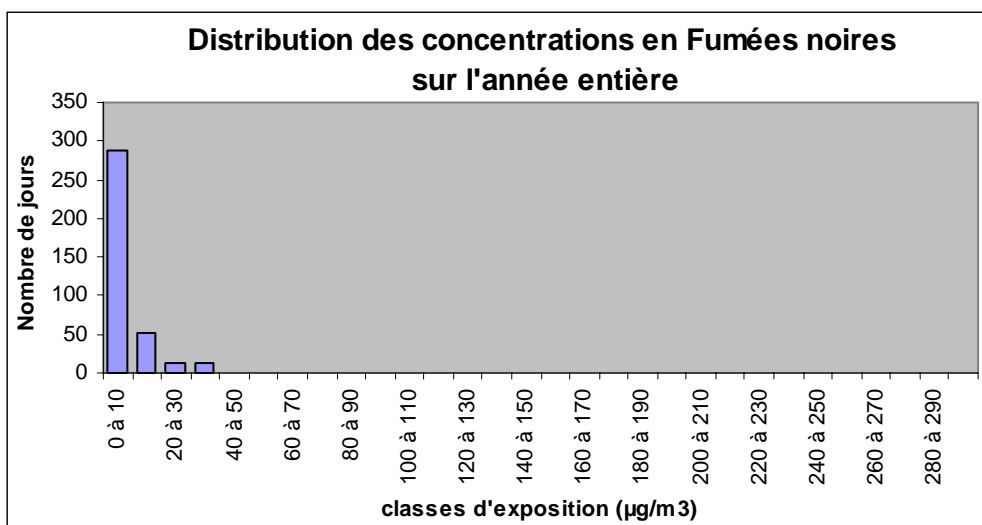
- Percentile 5 et percentile 95 :
Les niveaux de PM_{10} atteints les 18 jours de l'année les moins pollués (P5) et les plus pollués (P95) étaient respectivement de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour les fumées noires, ces niveaux étaient respectivement de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour les $PM_{2,5}$, ces niveaux étaient respectivement de 7 et $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Les nombres de jour dépassant les valeurs limites réglementaires sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Nombre de jours durant lesquels les concentrations ont dépassé les valeurs limites réglementaires

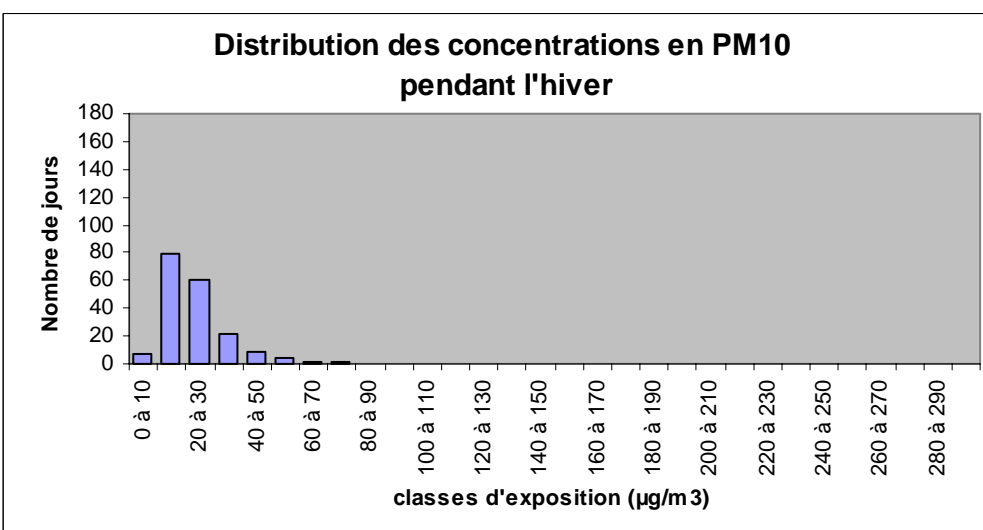
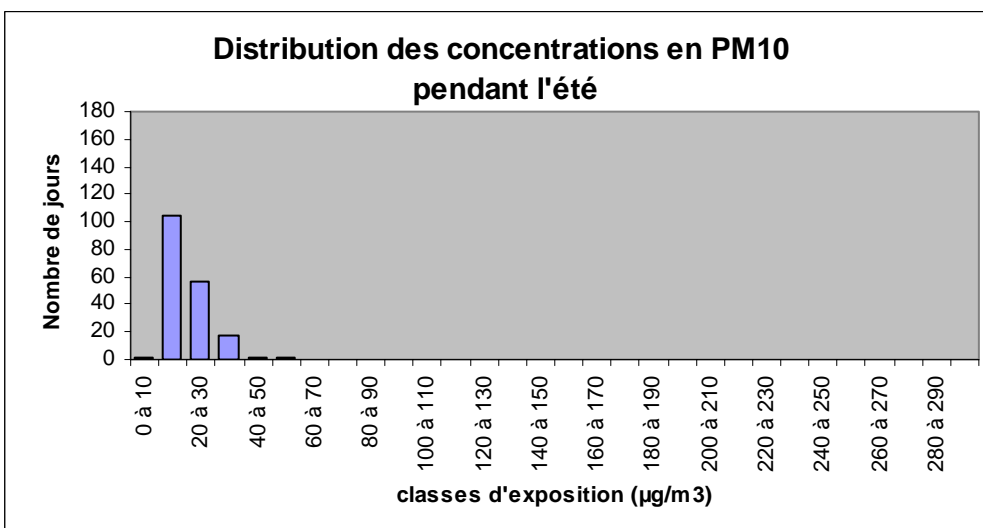
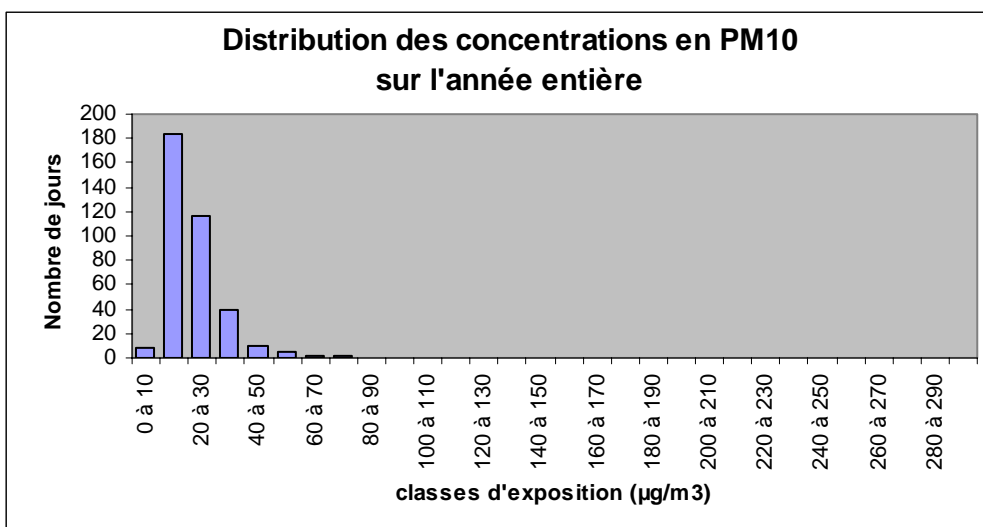
<i>Polluant</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>Fumées noires</i>	<i>PM_{2,5} mesurés</i>
Nombre de jours où les niveaux ont dépassé $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	173	20	152
Nombre de jours où les niveaux ont dépassé $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	17	1	7

Les 9 figures suivantes présentent les distributions des niveaux de PM_{10} , fumées noires et $PM_{2,5}$ (mesurées) sur l'année entière, l'été et l'hiver. Les profils des distributions ne sont pas très différents entre l'été et l'hiver mais les niveaux les plus élevés sont mesurés en hiver.

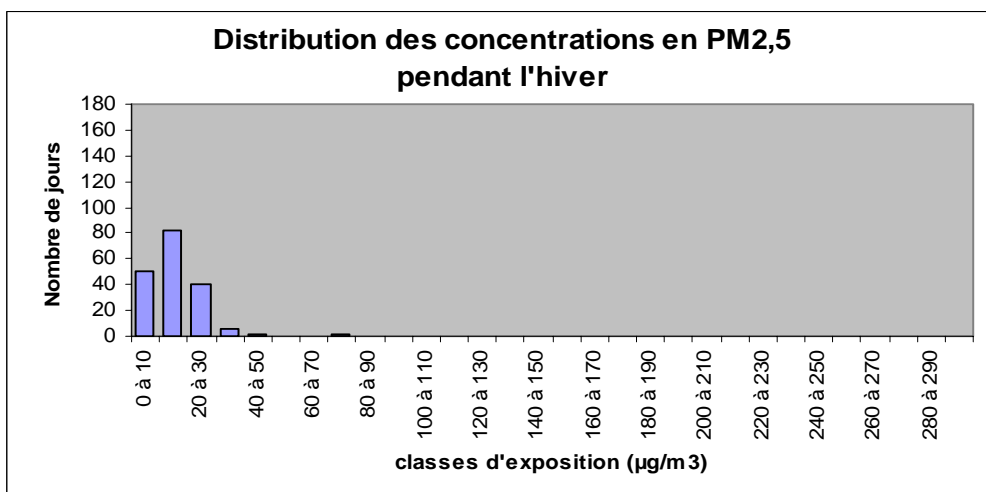
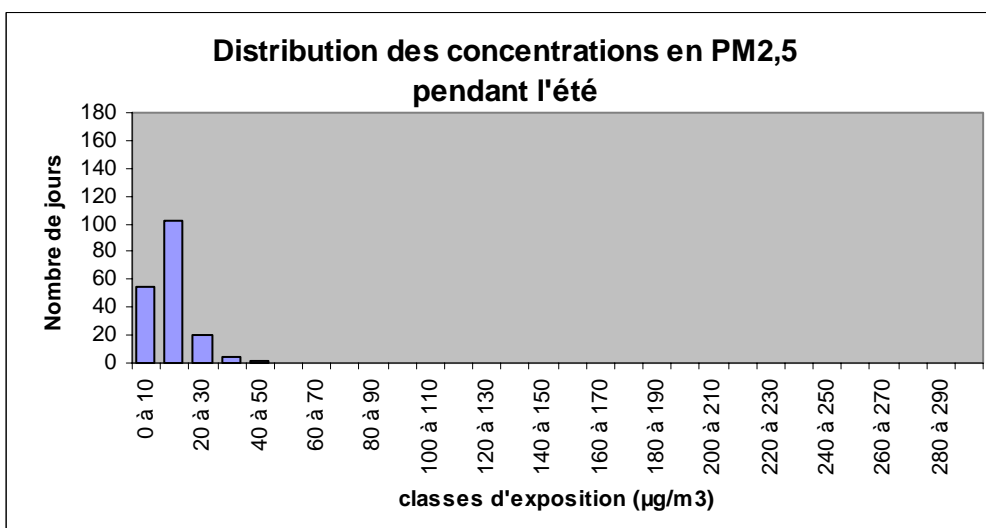
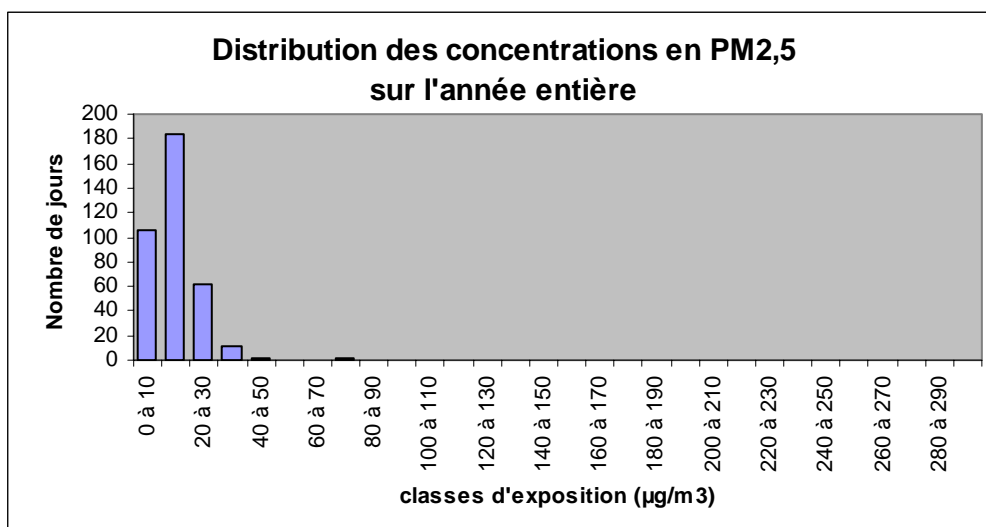
Figures 1,2 et 3. Distribution des concentrations en fumées noires pour l'année 2001



Figures 4,5 et 6. Distribution des concentrations en PM10 pour l'année 2001



Figures 7, 8 et 9. Distribution des concentrations en PM2,5 pour l'année 2001



Données sanitaires

Les données de mortalité ont été recueillies auprès du service Cepi DC de l'Inserm qui enregistre l'ensemble des décès et leurs causes. Les données les plus récentes au moment de l'étude étaient les données de 1999. Les causes de décès étaient codées selon la Classification internationale des maladies – 9^{ème} révision (CIM-9).

Les données d'admissions hospitalières concernaient les établissements publics et privés. Elles ont été recueillies auprès de l'Agence technique de l'information hospitalière (Atih). Les maladies cardiovasculaires et respiratoires sont codées selon la classification CIM 10. Les données étaient disponibles pour l'année 2000.

Des contrôles de qualité sont menés par ces services sur les données d'admissions hospitalières et de mortalité.

Le taux annuel de mortalité standardisé sur l'âge (mortalité toutes causes) était de 784 pour 100 000 habitants. La population européenne était la population de référence⁹ pour ce calcul : 727 304 000 habitants pour l'année 2000.

Le tableau 3 présente, selon l'indicateur sanitaire, le nombre moyen journalier ou le nombre total annuel et les taux pour 100 000 habitants correspondants.

⁹ UNITED NATIONS. Population Division Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects: The 2000 Revision.

Tableau 3. Nombre moyen journalier et taux annuel pour 100 000 habitants des décès (1999) et des admissions hospitalières (2000).

Indicateur sanitaire	Codes CIM9	Codes CIM10	Moyenne journalière (1) Nombre total annuel (2)	Taux pour 100 000 hab. journalier (1) ou annuel (2)
Impact sanitaire à court terme				
Mortalité toutes causes (hors causes externes)	< 800	A00-R99	9,07 (1)	2,1(1)
Mortalité cardiovasculaire	390-459	I00-I99	2,94 (1)	0,7(1)
Mortalité respiratoire	460-519	J00-J99	0,70 (1)	0,2(1)
Hospitalisations cardiaques	390-429	I00-I52	13,4 (1)	2,9(1)
Hospitalisations respiratoires	460-519	J00-J99	12,8 (1)	3,1(1)
Impact sanitaire à long terme				
Mortalité toutes causes	0-999	A00-Y98	3621 (2)	832,7 (2)
Mortalité cardio-pulmonaire	401-440 460-519	I10-I70 J00-J99	1235 (2)	284,0 (2)
Mortalité par cancer du poumon	162	C33-C34	206 (2)	47,4 (2)

Évaluation de l'impact sanitaire : méthode

Différents scénarios d'exposition ont été utilisés afin d'évaluer l'impact des particules à court et long termes. A Rouen, ces scénarios ont été élaborés pour trois indicateurs de pollution particulaires : fumées noires, PM₁₀ et PM_{2,5}. Il est recommandé d'interpréter avec précaution les résultats : en aucun cas les estimations du nombre de cas attribuables à ces deux polluants ne doivent être ajoutées car ils représentent les effets d'une même pollution.

Différents outils de calculs et relations exposition / risque (Risque Relatif – RR) ont été utilisés pour estimer les impacts sanitaires selon le polluant considéré, l'indicateur sanitaire étudié et la ville concernée (Tableau 4).

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

Polluant	Indicateur sanitaire	codes CIM9	codes CIM10	Outil de calcul	RR (Intervalle de confiance 95%) pour une augmentation de 10 µg/m³	Scénarios de réduction de la pollution considérés (moyennes journalières)	Villes concernées
PM₁₀	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 ³ Réduction à 20 µ/m ³ Réduction de 5 µ/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		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)		
Fumées noires	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 ³ Réduction à 20 µ/m ³ Réduction de 5 µ/m ³	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)		
PM₁₀ (40 jours)*	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 ³ Réduction à 20 µ/m ³ Réduction de 5 µ/m ³	Villes mesurant les PM ₁₀
	Mortalité cardiovasculaire 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>	<i>codes CIM9</i>	<i>codes CIM10</i>	<i>Outil de calcul</i>	<i>RR (Intervalle de confiance 95%) pour une augmentation de 10 µg/m³</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 µ/m ³ Réduction à 20 µ/m ³ Réduction de 5 µ/m ³	Villes mesurant les PM ₁₀
PM_{2,5}	Mortalité totale Mortalité cardio-pulmonaire Cancer du poumon	0-999 401-440 et 460-519 162	A00-T98 I10-I70 et J00-J99 C33-C34	Feuille de calcul Psas-9	1,06 (1,02-1,11) 1,09 (1,03-1,16) 1,14 (1,04-1,23) Moyenne Pope, 2002	3 scénarios : Réduction à 20 µ/m ³ Réduction à 15 µ/m ³ Réduction de 3,5 µ/m ³	Villes estimant les PM _{2,5} à partir des PM ₁₀ ou les mesurant directement
<i>Années de vie perdues</i>							
PM_{2,5}	Mortalité totale Mortalité cardio-pulmonaire Cancer du poumon	0-999 401-440 et 460-519 162	A00-T98 I10-I70 et J00-J99 C33-C34	AirQ	1,06 (1,02-1,11) 1,09 (1,03-1,16) 1,14 (1,04-1,23) Moyenne Pope, 2002	3 scénarios : Réduction à 20 µ/m ³ Réduction à 15 µ/m ³ Réduction de 3,5 µ/m ³	Villes estimant les PM _{2,5} à partir des PM ₁₀ ou les mesurant directement

Différentes approches ont été utilisées pour la présentation des résultats :

- Pour les fumées noires, les résultats des impacts à court terme ont été exprimés en nombre annuel de décès attribuables ;
- Pour les PM₁₀, les résultats des impacts à court et long terme ont été exprimés en nombre annuel de décès attribuables ;
- Pour les PM_{2,5}, les résultats des impacts à long terme ont été exprimés en termes de :
 - o nombre annuel de décès attribuables
 - o nombre d'années d'espérance de vie perdues pour la première année de simulation.

Scénarios d'exposition pour les impacts à court terme :

Nous avons utilisé les scénarios suivants pour estimer les effets à court terme de l'exposition aux fumées noires et aux PM₁₀ sur la mortalité et sur les hospitalisations pour une année.

Pour les Fumées noires

Les 3 scénarios qui ont été utilisés pour estimer l'impact à court terme des fumées noires sur la mortalité toute causes (sauf accidentelles), cardiovasculaire et respiratoire sur une année sont les suivants :

- réduction des niveaux journaliers de fumées noires à 50 µg/m³ pour tous les jours où ils avaient dépassé cette valeur ;
- réduction des niveaux journaliers de fumées noires à 20 µg/m³ pour tous les jours où ils avaient dépassé cette valeur (concerne plus particulièrement les villes avec des niveaux de fumées noires déjà modérés) ;
- réduction de toutes les valeurs journalières observées de 5 µg/m³ (concerne plus particulièrement les villes avec des niveaux de fumées noires déjà modérés).

Pour les PM₁₀

Nous avons utilisé 3 scénarios pour estimer les effets à court terme d'une exposition aux PM₁₀ sur la mortalité pour différentes durées d'exposition : celle du jour de l'événement sanitaire et de la veille (ST), celle des 40 jours précédents l'événement sanitaire (DL). Concernant les admissions hospitalières, les expositions prises en compte étaient uniquement celle du jour de l'événement et de la veille.

Les 3 scénarios d'évolution de l'exposition étaient les suivants :

- réduction des niveaux journaliers de PM₁₀ à 50 µg/m³ pour tous les jours où ils avaient dépassé cette valeur (valeurs limites en 2005 et 2010)
- réduction des niveaux journaliers de PM₁₀ à 20 µg/m³ pour tous les jours où ils avaient dépassé cette valeur (concerne plus particulièrement les villes avec des niveaux de PM₁₀ déjà modérés)
- réduction de toutes les valeurs journalières observées de 5 µg/m³ (concerne plus particulièrement les villes avec des niveaux de PM₁₀ déjà modérés)

Scénarios d'exposition pour les impacts à long terme :

Pour les PM₁₀

Nous avons estimé les effets à long terme d'une exposition chronique aux PM₁₀ sur la mortalité annuelle pour différents scénarios :

- réduction de la moyenne annuelle des PM₁₀ au niveau de 40 µg/m³ (valeur limite 2005 pour les PM₁₀) ;
- réduction de la moyenne annuelle des PM₁₀ au niveau de 20 µg/m³ (valeur limite 2010 pour les PM₁₀) ;
- réduction de 5 µg/m³ de la moyenne annuelle observée (concerne plus particulièrement les villes avec des niveaux de PM₁₀ déjà modérés).

Pour les PM_{2,5}

Nous avons estimé les effets à long terme d'une exposition chronique aux PM_{2,5} en terme de :

- nombre de décès attribuables par an, pour la mortalité toutes causes, cardio-respiratoire et par cancer du poumon.
- nombre d'années de vie perdues pour la première année de simulation dans la population des 30 ans et plus.

Les différents scénarios sont les suivants :

- réduction de la moyenne annuelle au niveau de 20 µg/m³
- réduction de la moyenne annuelle au niveau de 15 µg/m³
- réduction de la moyenne annuelle de 3,5 µg/m³ (concerne plus particulièrement les villes avec des niveaux de PM_{2,5} déjà modérés)

Evaluation de l'impact sanitaire : résultats

Résultats pour les fumées noires

Les graphes suivants illustrent l'impact sanitaire de l'exposition aux fumées noires sur la mortalité toutes causes (sauf accidentelle), cardiovasculaire et respiratoire et sur les hospitalisations pour pathologies cardiaques et respiratoires. Les données de fumées noires et d'hospitalisation sont de 2000, les données de mortalité de 1999.

Figure 10. Impact sanitaire à court terme sur la mortalité toutes causes* et spécifique* pour une réduction des fumées noires à 50 et 20 µg/m3, et de 5 µg/m3.

*mortalité toutes causes sauf accidentelle (CIM9 < 800), cardiovasculaire (CIM9 390-459) et respiratoire (CIM9 460-519).

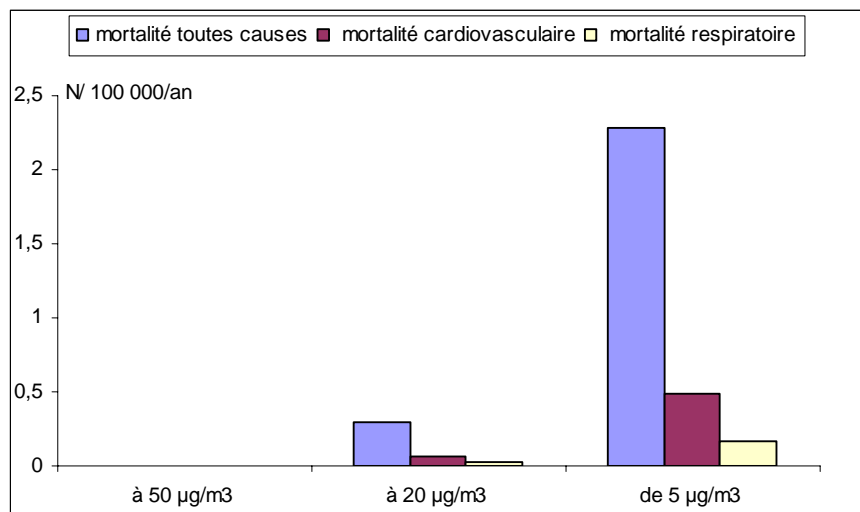
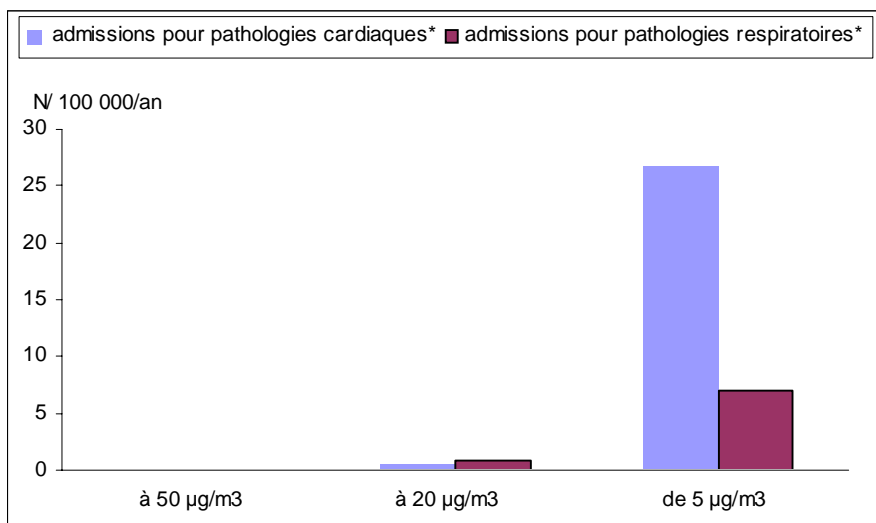


Figure 11. Impact sanitaire à court terme sur les hospitalisations pour réduction des fumées noires à 50 et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



*admissions hospitalières pour pathologies cardiaques (CIM9 390-429) et respiratoires (CIM9 460-519)

Résultats pour les PM_{10}

1. Résultats concernant la mortalité

Les figures suivantes illustrent l'impact sanitaire de l'exposition aux PM_{10} sur la mortalité pour les différentes durées d'exposition considérées : celle du jour de l'événement sanitaire et de la veille (ST), celle des 40 jours précédents l'événement sanitaire (DL) et une exposition chronique (LT). Les données de PM_{10} sont celles de l'année 2000, les données de mortalité sont celles de 1999.

Figure 12. Impact sanitaire des PM10 sur la mortalité toutes causes pour une réduction des fumées noires à 50/40,20 µg/m³, et de 5 µg/m³. Exposition de 0-1 j. (ST), 40 j. (DL), chronique (LT).

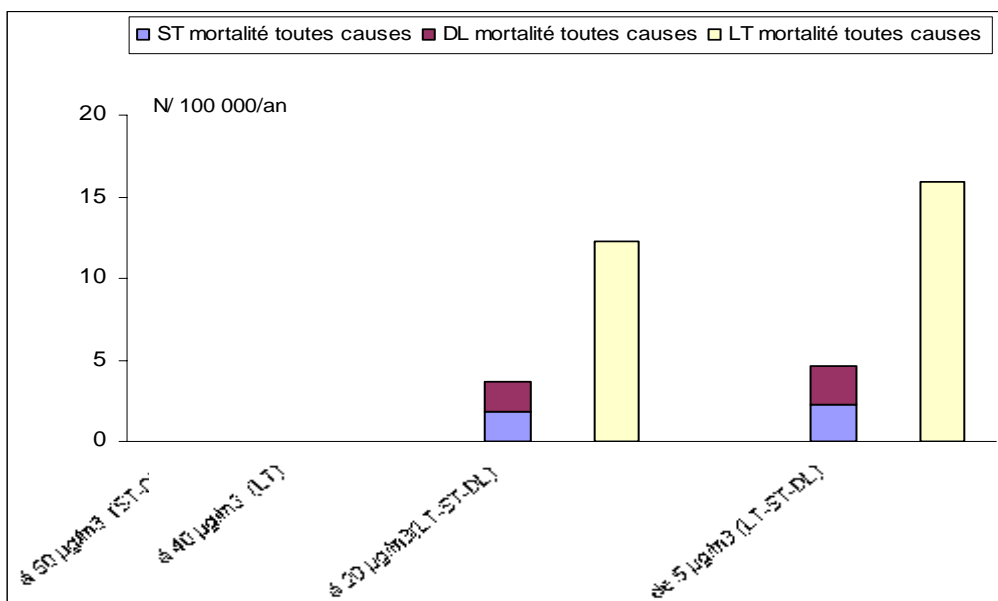
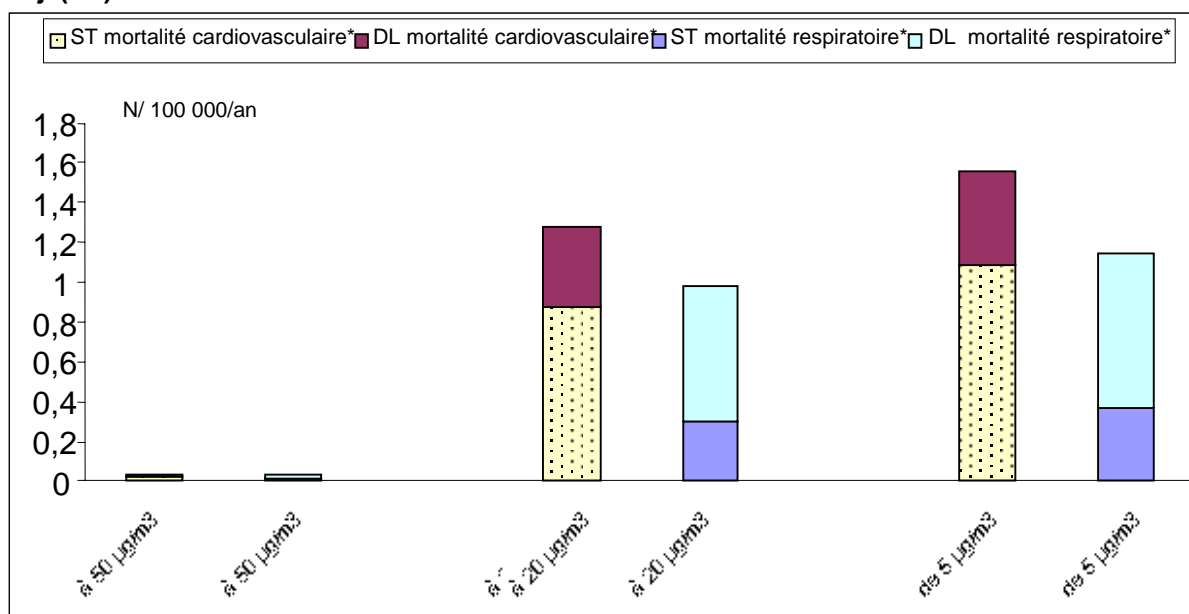


Figure 13. Impacts sanitaires des PM10 sur la mortalité respiratoire et cardiovasculaire pour une réduction des fumées noires à 50/40, 20 µg/m³, et de 5 µg/m³. Exposition de 0-1 j. (ST) et 40 j. (DL).



*mortalité cardiovasculaire (CIM9 390-459) et respiratoire (CIM9 460-519).

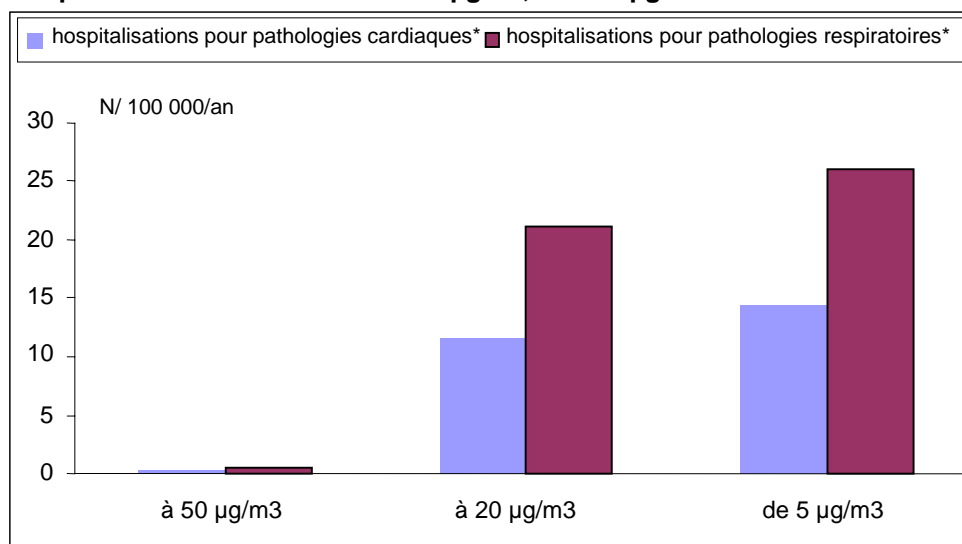
Le premier scénario (réduction de toutes les valeurs journalières à 50 µg/m³) n'a qu'un impact sanitaire négligeable à Rouen en raison de niveaux observés déjà modérés.

Les résultats montrent que l'impact sanitaire d'une exposition chronique aux PM₁₀ est environ 2 fois plus important que l'impact d'une exposition cumulée sur 40 jours qui est lui-même plus important que l'impact d'une exposition sur 0-1 jours. Ce qui signifie que plus la durée d'exposition est longue, l'impact sanitaire est important et que les effets sont cumulatifs dans le temps.

2. Résultats concernant les admissions hospitalières

La figure 14 présente les impacts à court terme des PM₁₀ sur les hospitalisations pour pathologies cardiaques et respiratoires. Les données de PM₁₀ et d'admissions hospitalières sont celles de l'année 2000.

Figure 14. Impact sanitaire à court terme des PM10 sur les hospitalisations cardiaques et respiratoires pour des réductions à 50 et 20 µg/m³, et de 5 µg/m³.



*admissions hospitalières pour pathologies cardiaques (CIM9 390-429) et respiratoires (CIM9 460-519)

L'impact sanitaire, en nombre de cas, sur les admissions respiratoires est plus important que l'impact sur les admissions cardiaques car ces dernières sont moins fréquentes toutes choses égales par ailleurs. Comme dans les graphes précédents, le premier scénario (réduction de tous les niveaux journaliers à 50 µg/m³) conduit à un impact négligeable en raison de niveaux déjà modérés de PM₁₀.

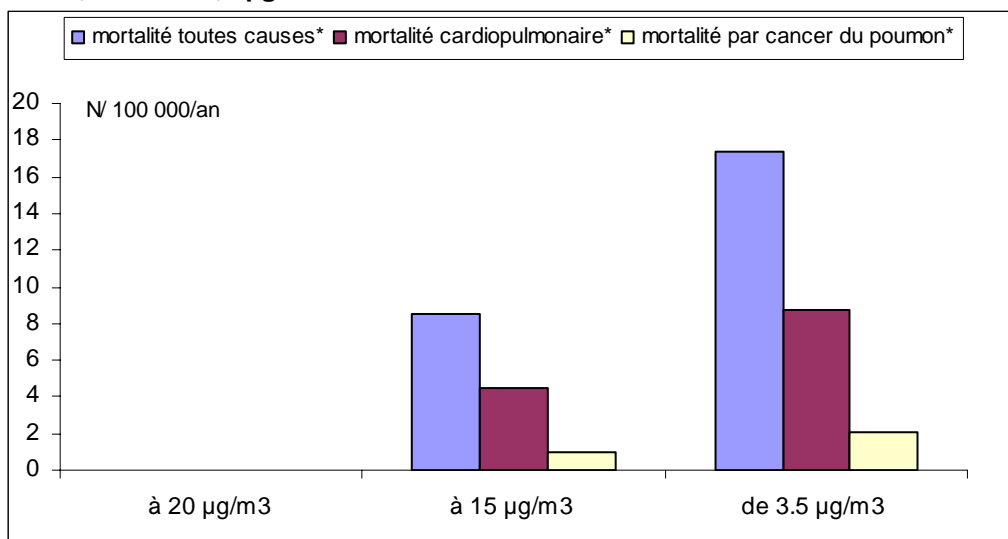
Résultats pour les PM_{2,5}

1. Nombre de cas attribuables

Les figures suivantes présentent l'impact à long terme de la pollution atmosphérique en terme de taux (pour 100 000 habitants) de décès toutes causes, cardio-pulmonaires et par

cancer du poumon attribuables à une exposition chronique aux PM_{2,5}. Ces dernières, pour des raisons de cohérence entre les différentes villes européennes, ont été obtenues par conversion des données PM₁₀ de l'année 2000, elles-mêmes corrigées pour prendre en compte la technique de mesure (voir paragraphe « Données d'exposition »).

Figure 15. Impact à long terme des PM_{2,5} sur la mortalité pour des réduction de la moyenne annuelle à 20, 15 et de 3,5 µg/m³.



*mortalité toutes causes (CIM9 0-999), cardio-pulmonaire (CIM9 401-440 et 460-519), par cancer du poumon (CIM9 162).

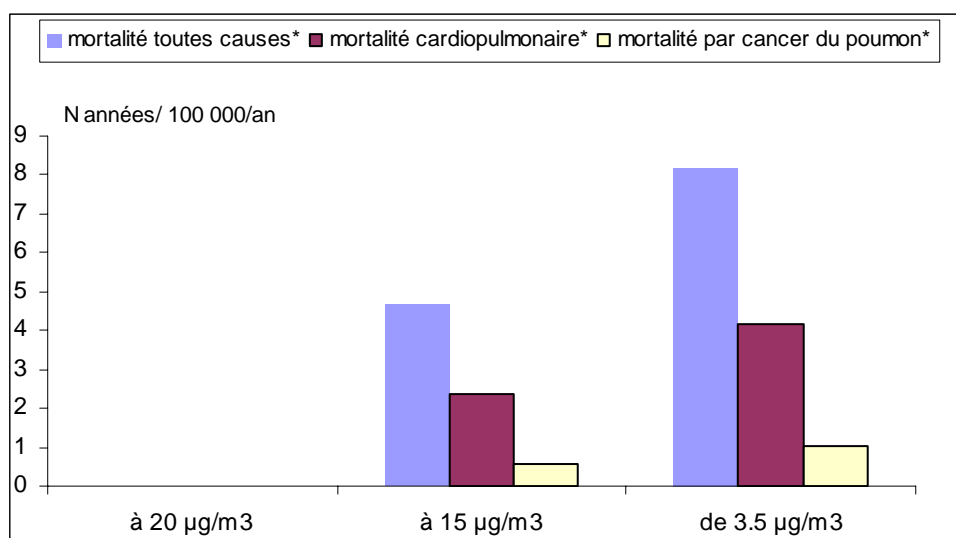
La moyenne annuelle en PM_{2,5} (calculé) étant de 17 µg/m³, le 1^{er} scénario (diminution à 20 µg/m³) n'a aucun impact et l'impact du second scénario (diminution à 15 µg/m³) est très faible. Le 3^{ème} scénario (diminution de 3,5 µg/m³) est donc celui qui a le plus grand impact sanitaire.

2. Années potentielles de vie perdues

Nous avons estimé les années potentielles de vie perdues attribuables à une exposition chronique aux PM_{2,5} en utilisant les données de l'année 2000 obtenues par conversion des données de PM₁₀ corrigées.

La figure 16 présente les années potentielles de vies perdues pour la mortalité toutes causes, cardio-pulmonaire et par cancer du poumon chez les 30 ans et plus dans la zone d'étude de Rouen.

Figure 16. Années potentielles de vie perdues liées à une exposition chronique aux PM_{2,5} et dues aux décès survenus en 2000. Population des 30 ans et plus – Scénarios de réduction à 20, 15 et de 3,5 µg/m³.



*mortalité toutes causes (CIM9 0-999), cardio-pulmonaire (CIM9 401-440 et 460-519), par cancer du poumon (CIM9 162).

Pour les décès toutes causes, et toutes choses égales par ailleurs, une réduction de 3,5 µg/m³ du niveau de PM_{2,5} en 2000 aurait pu éviter de perdre 36 années de vie pour la totalité des habitants de Rouen et ses environs âgés de 30 ans et plus (434 830 habitants). Pour la mortalité cardio-pulmonaire, ce chiffre est d'environ 18 années tandis que pour la mortalité par cancer du poumon, il est de plus de 4 années.

Le tableau 5 présente ces résultats en termes d'espérance de vie.

Tableau 5. Espérance de vie et son augmentation potentielle pour une réduction du niveau des PM_{2,5} (moyenne annuelle) à 15 µg/m³ à Rouen.

Age	Espérance de vie	Gain potentiel en espérance de vie (années)		
		Estimation centrale	Estimation basse	Estimation haute
À la naissance	78,71	0,13	0,03	0,22
À 30 ans	49,63	0,13	0,03	0,23
À 65 ans	19,34	0,09	0,02	0,16

Ce tableau doit être interprété de la façon suivante : toutes choses égales par ailleurs, si la moyenne annuelle des concentrations en PM_{2,5} (17 µg/m³) étaient réduits à 15 µg/m³, les 49,6 années d'espérance de vie d'une personne de 30 ans augmenteraient de 0,13 année, dans l'agglomération de Rouen.

Interprétation des résultats

Concernant les données utilisées, un certain nombre de commentaires peuvent être faits :

- Estimation de l'exposition : afin de réduire les biais de classification potentiels concernant l'exposition, la zone d'étude a été définie sur des critères d'homogénéité de la pollution atmosphérique ambiante. Tout d'abord, cette zone ne présente pas de rupture d'urbanisation. Ensuite, le lieu de travail de la majorité de la population active est situé dans cette même zone. Enfin, l'homogénéité des niveaux de pollution observés sur la zone a été contrôlée sur des séries annuelles de mesures pour plusieurs stations de fond pour les fumées noires et les particules.
- Indicateurs sanitaires : la principale lacune des données sanitaires réside dans le fait que les données de l'ensemble des admissions (y compris celles en service « traditionnel ») ont été utilisées pour les calculs et non uniquement les données des services d'urgence, celles-ci n'étant pas disponibles en tant que telles. Ainsi, des admissions programmées pour des bilans de santé, non concernées par les effets à court terme de la pollution atmosphérique, ont pu être pris en compte, entraînant sans doute une surestimation de l'impact sanitaire sur les hospitalisations. Par contre, les admissions hospitalières dans certains établissements privés n'ont pas pu être prises en compte, sous-estimant dans ce cas l'impact de la pollution de l'air.

Néanmoins, ces résultats montrent que pour Rouen, les concentrations journalières étant très proche des futures valeurs réglementaires de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} et les fumées noires et de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $\text{PM}_{2,5}$, une réduction des concentrations au niveau de ces valeurs n'entraîneraient qu'un faible gain sanitaire.

A travers l'étude de l'impact des PM_{10} , on observe que l'impact sanitaire augmente avec la durée de l'exposition : l'impact à long terme est plus important que l'impact de 40 jours d'exposition, lui-même plus important que l'impact d'une exposition de 2 jours.

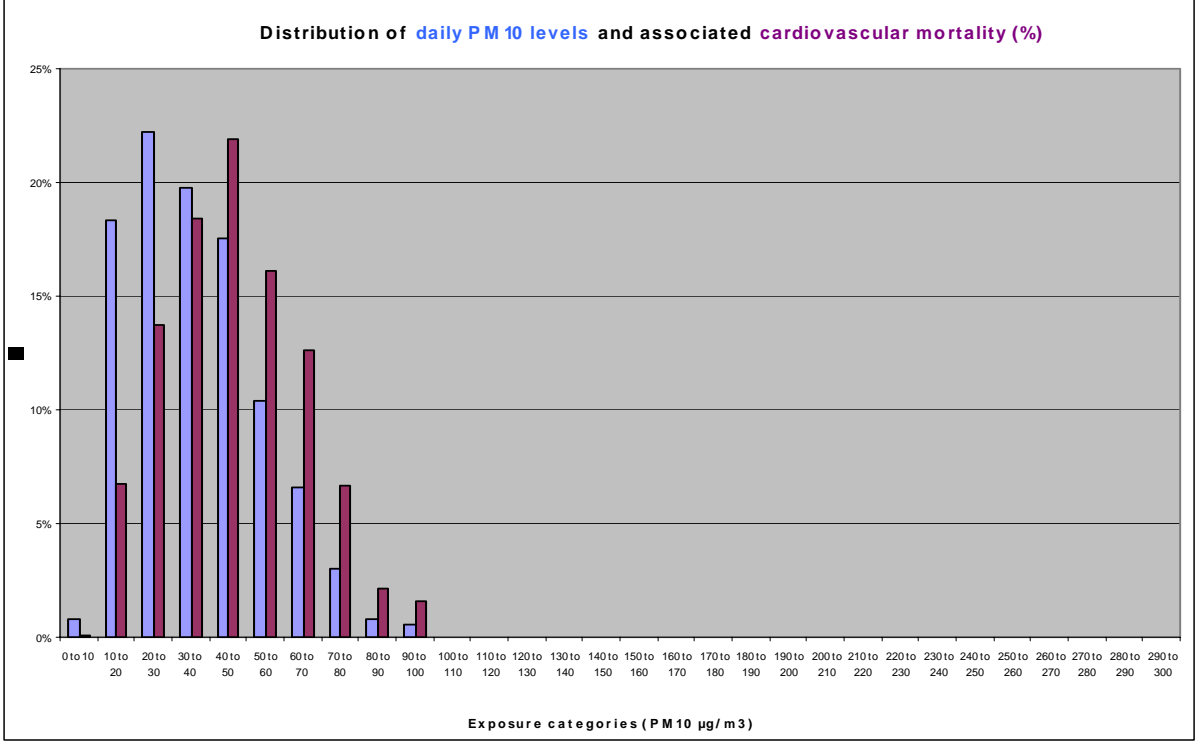
Les résultats montrent aussi que même pour les niveaux mesurés actuellement, un gain sanitaire peut être potentiellement obtenu par une amélioration de la qualité de l'air, comme le montre les résultats du scénario de réduction de la moyenne annuelle en $\text{PM}_{2,5}$ de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ceci est encore plus visible à travers les résultats en terme d'années de vie perdues.

En terme de gestion de la qualité de l'air, cela peut se traduire de la façon suivante : il est plus efficace au plan sanitaire de réduire au long cours les niveaux de pollution, même de manière modeste, que de supprimer les pics ponctuels de pollution.

La figure suivante illustre cet aspect en comparant la part relative de l'impact des pics qui ne sont présents que quelques jours par an en comparaison à l'exposition de tous les jours à

des faibles niveaux de pollution. Dans cet exemple, seulement 4% de l'impact sanitaire est attribuable aux niveaux de PM10 supérieurs à 80 µg/m3, contre 96 % attribuables aux faibles niveaux de PM10.

Figure 10 : distribution journalière des niveaux de PM10 et pourcentages de cas attribuables associés à court terme



Conclusion

Ces résultats complètent ceux présentés dans le rapport Apehis 2 pour l'agglomération de Rouen avec une estimation de l'impact des particules PM₁₀ et PM_{2,5}. Ils confirment que des gains sanitaires peuvent être potentiellement obtenus par l'amélioration de la qualité de l'air même dans des villes où la pollution atmosphérique est d'ores et déjà modérée.

Au niveau local, le Plan de protection de l'atmosphère étant en cours de rédaction, il est encore trop tôt pour évaluer l'impact réel de l'information apportée par les évaluations d'impact sanitaire (Apehis et Psas-9). Un groupe de travail sur la thématique "Air et santé" a été créé afin de prendre en compte les effets sanitaires de la pollution de l'air dans les choix politiques qui seront pris dans le cadre de ce plan. Les résultats des études du Psas-9 et d'Apehis y sont d'ores et déjà mentionnés.

En conclusion, les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire et leur interprétation devront apporter aux partenaires et décideurs locaux des informations sanitaires et les aider dans leur choix politique de réduction et de prévention des risques associés à la pollution de l'air. La communication vers le grand public sur les effets de la pollution de l'air sur la santé et sur les résultats des évaluations d'impact devra être développée, notamment dans le cadre du Plan de protection de l'atmosphère.