

Santé environnement

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine

Unité urbaine de Perpignan

Impact à court et long terme

Sommaire

1. Contexte et objectifs	2	5. Discussion	15
2. Description de la zone d'étude	3	5.1 Hypothèses, limites et incertitudes	15
2.1 Choix de la zone d'étude	3	5.1.1 Identification des dangers sanitaires	15
2.1.1 Climatologie et météorologie dans la zone d'étude	3	5.1.2 Estimation de l'exposition	15
2.1.2 Déplacements domicile-travail	4	5.1.3 Choix des relations exposition-risque	15
2.2 Population de la zone d'étude	4	5.1.4 Caractérisation du risque	15
2.3 Sources de pollution atmosphérique	5	5.2 Interprétation des résultats	15
2.4 Période d'étude	5	6. Conclusion	17
3. Matériel et méthodes	7	Références bibliographiques	18
3.1 Identification des dangers sanitaires	7	Annexe 1 - Rose des vents, Source Météo France	19
3.2 Estimation de l'exposition	7	Annexe 2 - Répartition des hospitalisations des personnes âgées de 65 ans et plus de l'unité urbaine de Perpignan, selon l'établissement de santé (effectif et pourcentage). Période 2004-2006	20
3.2.1 Choix des polluants	7	Annexe 3 - Distribution des indicateurs d'exposition pour les deux périodes d'études choisies	20
3.2.2 Sélection des stations de mesure	7	Annexe 4 - Nombre moyen d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, selon le motif de recours. Unité urbaine de Perpignan, période 2004-2006	21
3.2.3 Construction des indicateurs d'exposition	9		
3.3 Indicateurs sanitaires	9		
3.3.1 Données de mortalité	9		
3.3.2 Données de morbidité hospitalière	10		
3.4 Choix des relations exposition-risque	10		
3.4.1 Relations E-R à court terme	10		
3.4.2 Relations E-R à long terme	11		
3.5 Caractérisation du risque	12		
4. Résultats	13		
4.1 Estimation de l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique	13		
4.2 Gains sanitaires attendus par une réduction de la pollution	13		
4.2.1 Impact à court terme	13		
4.2.2 Impact à long terme	14		

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine

Unité urbaine de Perpignan

Impact à court et long terme

Étude réalisée par

Lucie Léon, Institut de veille sanitaire, Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Languedoc-Roussillon

Relecture

Franck Golliot, Institut de veille sanitaire, Cire Languedoc-Roussillon

Laurence Pascal, Institut de veille sanitaire, Cire Sud / Département santé environnement

Ont participé à cette étude

Cire Languedoc-Roussillon

Christine Ricoux, ingénieur du génie sanitaire

Air Languedoc-Roussillon

Fabien Boutonnet, ingénieur d'étude

Météo France

Centre départemental des Pyrénées Orientales

Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (Drass) Languedoc-Roussillon

Sylvia Maille, statisticienne régionale

Françoise Granier, médecin responsable du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI)

Isabelle Plaisant, ingénieur du génie sanitaire

Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) des Pyrénées-Orientales

Dominique Herman, ingénieur du génie sanitaire

Gisèle Salvador, ingénieur d'étude sanitaire

Service des systèmes d'information (SSI) de l'Institut de veille sanitaire

Javier Nicolau, biostatisticien

1. Contexte et objectifs

En France, la surveillance de la qualité de l'air est régie par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 [1]. Elle prévoit, dans chaque région, la mise en place d'un Plan régional pour la qualité de l'air (PRQA) [2] qui fixe des orientations visant à prévenir, réduire ou atténuer les effets de la pollution atmosphérique. Les PRQA définissent, au niveau local, les objectifs d'amélioration de la qualité de l'air, fondés sur des critères de santé publique.

Au niveau local, l'évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique est un outil d'aide à la décision, destiné aux acteurs locaux et régionaux, pour orienter les politiques d'amélioration de la qualité de l'air et permettre une meilleure prise de conscience des effets de la pollution sur la santé.

Ce document présente la méthodologie [3] et les résultats de l'évaluation réalisée pour l'unité urbaine de Perpignan.

L'étude répond à un double objectif. D'une part, il s'agit d'estimer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine à court et à long terme sur la mortalité et les admissions hospitalières. D'autre part, il s'agit de calculer le gain sanitaire attendu selon deux scénarios de réduction du niveau des polluants atmosphériques, afin de comparer l'efficacité des différentes stratégies en terme de bénéfices sanitaires et d'aider ainsi au choix des objectifs d'amélioration.

2. Description de la zone d'étude

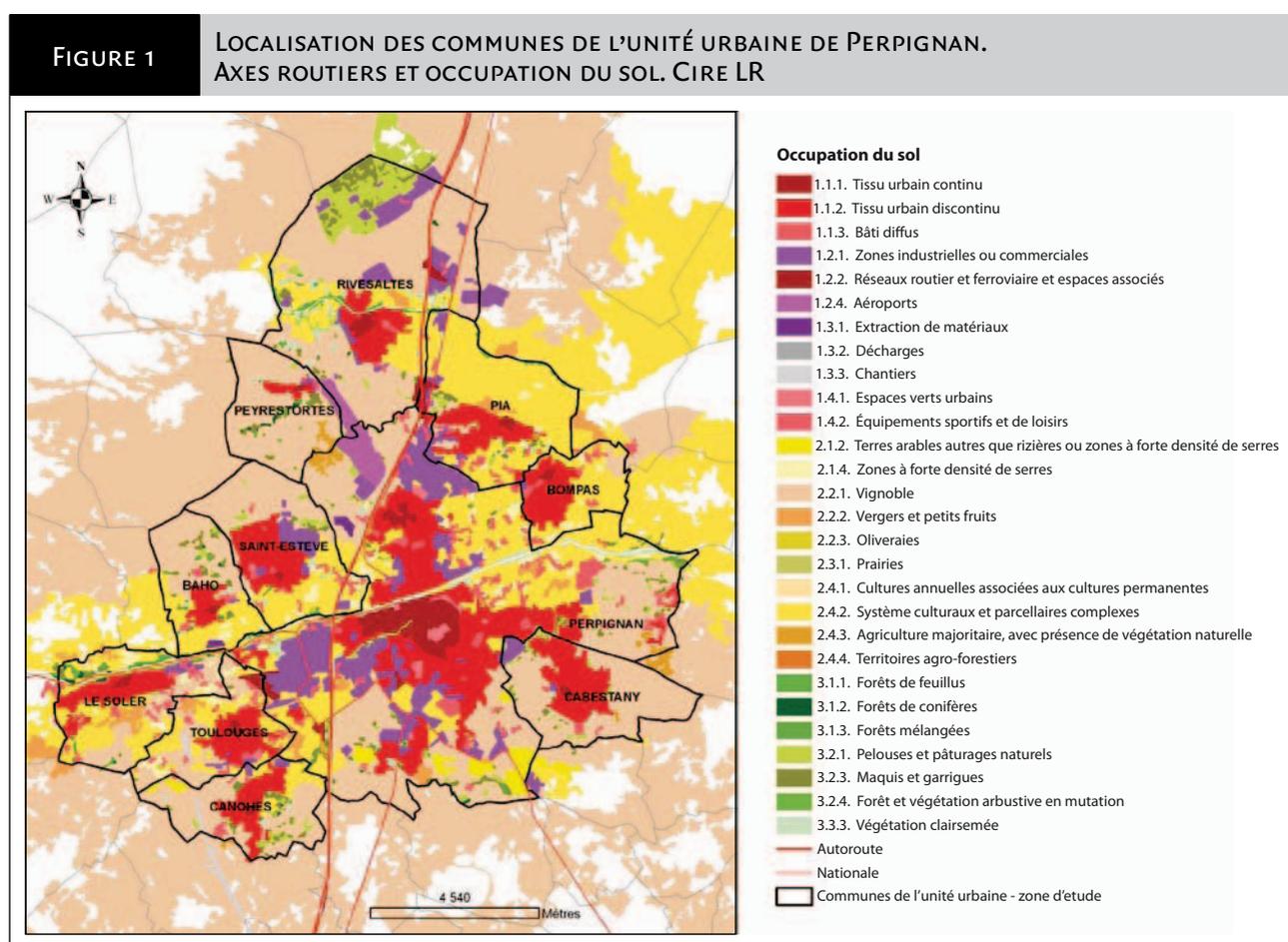
Le département des Pyrénées-Orientales dont le chef-lieu est la ville de Perpignan fait partie de la région Languedoc-Roussillon. La zone d'étude retenue pour cette évaluation doit répondre à plusieurs critères :

- une zone sans rupture d'urbanisation;
- une exposition homogène de la population à la pollution atmosphérique;
- la présence permanente de la majorité de la population sur la zone d'étude;
- des mesures de qualité d'air considérées comme homogènes sur toute la zone d'étude;

- l'absence de sources fixes de pollution atmosphérique;
- une homogénéité climatique.

2.1 CHOIX DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le zonage de départ pour cette étude est l'unité urbaine de Perpignan, définie par l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) qui regroupe 11 communes : Baho, Bompas, Cabestany, Canohès, Perpignan, Peyrestortes, Pia, Rivesaltes, Saint-Estève, Le Soler et Toulouges (figure 1).



Données géographiques : IGN BDcarto et occupation du sol LR 1999-2006/SIG LR

2.1.1 Climatologie et météorologie dans la zone d'étude

Perpignan est située au centre de la plaine du Roussillon sur les rives de la Têt. La ville est encadrée au sud par la chaîne des Pyrénées, à l'ouest par la région des Corbières et à l'est par la Méditerranée. Elle est la plus méridionale des grandes villes de France métropolitaine.

Le climat de Perpignan est un climat méditerranéen. Les hivers sont très doux, les étés sont souvent chauds et secs. La durée moyenne

annuelle d'insolation est de 2 452,5 heures (moyenne observée sur les 30 dernières années).

La tramontane, vent sec, froid, violent de nord-ouest souffle fréquemment (1 jour sur 3). Ce vent est très fréquent en hiver et au printemps, avec une moyenne annuelle de 144 jours de vent fort (≥ 16 m/s) entre 2004 et 2007. La rose des vents de Perpignan est présentée en annexe 1.

Les précipitations moyennes annuelles atteignent 559 mm sur les 30 dernières années. Entre 2004 et 2007, on compte un maximum de 95 jours avec des précipitations supérieures ou égales à 1 mm. La neige tombe très rarement (une fois tous les 10 ans).

Sur les 30 dernières années, la température moyenne annuelle à Perpignan est de 15,5°C et la température maximale relevée est de 40,5°C (juillet 1982). La température moyenne des mois les plus chauds est autour de 24°C [4].

La plaine du Roussillon est l'une des régions les plus chaudes de France.

2.1.2 Déplacements domicile-travail

Dans le tableau 1 figurent les déplacements domicile-travail des actifs ayant un emploi. Les actifs ayant un emploi sont les personnes

qui ont une profession et l'exercent au moment du recensement de la population.

L'étude des déplacements domicile-travail permet de vérifier que la majorité de la population active résidant dans la zone d'étude travaille dans des communes situées dans la zone d'étude. Dans les 11 communes, la proportion des "navettes domicile-travail" à l'intérieur de l'unité urbaine est supérieure à 80%. En moyenne, 13% des actifs qui ont un emploi quittent cette zone pour aller travailler. La part des déplacements hors de l'unité urbaine varie selon les communes, de 10,7% pour la commune de Baho à 25,2% pour la commune de Rivesaltes.

Nous considérerons dans la suite de l'étude, que la majorité de la population de l'unité urbaine y séjourne la plupart du temps.

TABLEAU 1 DÉPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL DANS L'UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN							
Commune de provenance	Total des déplacements	Déplacements dans la même commune		Déplacements dans les autres communes de l'unité		Déplacements hors de l'unité	
	Effectif	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Baho	972	185	(19,0)	683	(70,3)	104	(10,7)
Bompas	2 562	517	(20,2)	1 671	(65,2)	374	(14,6)
Cabestany	3 010	662	(22,0)	1 940	(64,5)	408	(13,6)
Canohès	1 705	285	(16,7)	1 201	(70,4)	219	(12,8)
Perpignan	30 279	24 540	(81,0)	2 162	(7,1)	3 577	(11,8)
Peyrestortes	502	122	(24,3)	303	(60,4)	77	(15,3)
Pia	1 758	410	(23,3)	1 096	(62,3)	252	(14,3)
Rivesaltes	2 633	1 203	(45,7)	1 066	(40,5)	664	(25,2)
Saint-Estève	3 631	995	(27,4)	2 245	(61,8)	391	(10,8)
Le Soler	2 096	636	(30,3)	1 162	(55,4)	298	(14,2)
Toulouges	2 047	429	(21,0)	1 340	(65,5)	278	(13,6)
Total	51 195	29 984	(58,6)	14 869	(29,0)	6 642	(13,0)

Source : Recensement de la population 1999, Insee.

Par ailleurs, pour la période 2004-2006, la majorité des résidents de l'Unité urbaine étaient hospitalisés dans les établissements publics et privés situés dans les communes de l'Unité urbaine (le Centre hospitalier de Perpignan, la clinique la Roussillonnaise, la polyclinique Saint-Roch, la clinique Saint-Pierre, la clinique Saint-Christophe, la clinique Notre dame) (annexe 2).

Finalement, les 11 communes de l'unité urbaine ont été retenues pour constituer la zone d'étude.

2.2 POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude a une superficie de 181 km² et représentait au recensement 1999 une population de 162 653 habitants. Au total,

la population de la zone d'étude représente 41,5% de la population du département des Pyrénées-Orientales et 7,1% de la population de la région du Languedoc-Roussillon.

Les données démographiques des 11 communes sont décrites dans les tableaux 2 et 3. Les moins de 15 ans représentent 15,9% de la population de la zone d'étude et les plus de 65 ans représentent 21,8% de la population de la zone d'étude. La répartition de la population par tranches d'âge est relativement homogène dans les différentes communes (tableau 3). On observe toutefois une part plus importante des 65 ans et plus dans la commune de Perpignan.

TABLEAU 2

RÉPARTITION DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Commune	Population (nombre d'hab)	Superficie (km ²)	Densité (hab/km ²)
Baho	2 488	8	311
Bompas	6 943	6	1 157
Cabestany	8 250	10	825
Canohès	4 350	9	483
Perpignan	105 096	68	1 545
Peyrestortes	1 431	8	179
Pia	5 120	13	394
Rivesaltes	7 948	29	274
Saint-Estève	9 805	12	817
Le Soler	5 828	10	583
Toulouges	5 394	8	674
Total	162 653	181	7 242

Source : Recensement de la population 1999, Insee.

TABLEAU 3

RÉPARTITION DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE PAR CLASSES D'ÂGE

Commune	Population					
	0-14 ans		15-64 ans		65 ans et +	
Baho	513	20,6 %	1 578	63,4 %	397	16,0 %
Bompas	1 209	17,4 %	4 655	67,0 %	1 079	15,5 %
Cabestany	1 383	16,8 %	5 375	65,2 %	1 492	18,1 %
Canohès	810	18,6 %	2 841	65,3 %	699	16,1 %
Perpignan	15 757	15,0 %	64 289	61,2 %	25 050	23,8 %
Peyrestortes	259	18,1 %	915	63,9 %	257	18,0 %
Pia	1 067	20,8 %	3 267	63,8 %	786	15,4 %
Rivesaltes	1 445	18,2 %	4 910	61,8 %	1 593	20,0 %
Saint-Estève	1 445	14,7 %	6 440	65,7 %	1 920	19,6 %
Le Soler	1 056	18,1 %	3 642	62,5 %	1 130	19,4 %
Toulouges	924	17,1 %	3 493	64,8 %	977	18,1 %
Total	25 868	15,9 %	101 405	62,3 %	35 380	21,8 %

Source : Recensement de la population 1999, Insee.

2.3 SOURCES DE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

L'inventaire partiel des émissions de substances polluantes dans l'atmosphère du département des Pyrénées-Orientales a été réalisé en février 2006 par Air Languedoc-Roussillon (Air LR), pour l'année 2000 [5].

Les émissions du département des Pyrénées-Orientales se situent en deçà de la moyenne régionale, en accord avec son faible poids géographique et démographique (17 % de la population régionale et 15 % de la superficie de la région). Les principales sources de pollution sont le transport et le secteur résidentiel, du fait du tissu industriel restreint.

2.4 PÉRIODE D'ÉTUDE

Le choix de la période d'étude se fait en fonction de la disponibilité des données sanitaires et des données de pollution en prenant une période commune aux deux séries de données. Une période d'étude de deux ou trois ans est recommandée. Les années à événements climatiques exceptionnels telles que l'année 2003 sont exclues.

Les mesures de la qualité de l'air sont fournies par Air LR [6] pour les années 2000 à 2007.

Les données de mortalité (Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès, CépiDC) sont fournies par l'InVS pour les années 2000 à 2005.

Les données de morbidité hospitalière (Programme de médicalisation des systèmes d'information, PMSI) sont aussi fournies par l'InVS pour les années 2000 à 2006.

Une information actualisée devant être présentée et les niveaux et la composition de l'année 2000 étant moins proches de la pollution actuelle, deux périodes peuvent être définies :

- l'une pour l'étude de la mortalité du 1^{er} janvier 2004 au 31 décembre 2005;
- l'autre pour l'étude de la morbidité hospitalière du 1^{er} janvier 2004 au 31 décembre 2006.

Les saisons tropicales sont définies pour l'été, du 1^{er} avril au 30 septembre de chaque année et pour l'hiver, la saison est constituée à partir de deux périodes : du 1^{er} janvier au 31 mars et du 1^{er} octobre au 31 décembre.

Les paramètres météorologiques de la période d'étude sont comparés à ceux des 30 dernières années afin de vérifier si les années étudiées ne sont pas des années "particulières" (tableau 4).

TABLEAU 4	COMPARAISON DES PARAMÈTRES MÉTÉOROLOGIQUES ENTRE LA PÉRIODE D'ÉTUDE (ANNÉES 2004 À 2006) ET LA PÉRIODE 1971-2007. STATION MÉTÉO DE PERPIGNAN											
	Température moyenne (°C)			Durée totale d'insolation (heures)			Nombre de jours de vent fort (≥16 m/s)			Nombre moyen de jours avec pluie (>0,1 mm)		
	Année	Hiver	Été	Année	Hiver	Été	Année	Hiver	Été	Année	Hiver	Été
1971-2007	15,5	11	19,9	2 452,5	947,0	1 505,7	136,9	78	58,9	55,3	28,8	26,5
2004	15,8	11,1	20,5	2 463,0	893,9	1 524,1	158	89	69	89	52	37
2005	15,3	9,7	17,3	2 612,4	1 052,4	1 587,0	136	76	60	88	46	42
2006	16,4	9,6	21,4	2 563,9	982,8	1 581,1	122	58	64	80	44	45
2004-2006	15,8	10,1	19,7	2 546,4	976,4	1 564,1	138,7	74,3	64,3	85,7	47,3	41,3

Source : Météo France.

NB : hiver, du 1^{er} janvier au 31 mars et du 1^{er} octobre au 31 décembre; été, du 1^{er} avril au 30 septembre.

Les paramètres météorologiques observés en 2004-2006, comparés à ceux des trente dernières années sont en nette augmentation pour le nombre moyen de jours de pluie (+35,5%) et en légère hausse pour la température moyenne (+2%), la durée totale d'insolation (+3,6%), le nombre de jours de vent fort (+1,3%). Les trois années étudiées (2004 à 2006) sont relativement homogènes entre elles pour l'ensemble des paramètres météorologiques présentés.

Au final, l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est réalisée pour les 11 communes de l'unité urbaine de Perpignan sur la période de 2004 à 2005 pour la mortalité et de 2004 à 2006 pour les admissions hospitalières.

3. Matériel et méthodes

Cette étude est une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. La méthode suit quatre étapes :

- identification des dangers sanitaires ;
- estimation de l'exposition (construction d'indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique) ;
- choix des relations exposition-risque ;
- caractérisation du risque (calcul du nombre de cas attribuables).

3.1 IDENTIFICATION DES DANGERS SANITAIRES

Des études épidémiologiques multicentriques européennes et américaines ont mis en évidence l'existence d'associations entre les niveaux de pollution couramment observés et la mortalité toutes causes confondues mais également pour des causes plus spécifiques : Psas-9 (Programme de surveillance air et santé 9 villes) [7], APHEA (Air Pollution and Health European Approach) [8] entre autres.

Concernant les polluants gazeux, tels que l'ozone (O_3) et le dioxyde d'azote (NO_2), des associations significatives ont été observées pour la mortalité totale et la mortalité cardio-respiratoire. Pour les particules, ces études ont démontré l'effet des PM_{10} et plus récemment des $PM_{2,5}$ dont la mesure se généralise.

D'autres études se sont intéressées aux effets de la pollution atmosphérique sur la morbidité [9,10]. Des associations significatives ont été observées entre les hospitalisations pour causes cardio-vasculaires et les niveaux de particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) et de dioxyde d'azote. Ces liens étaient plus élevés chez les personnes âgées de 65 ans et plus. Toujours concernant cette tranche d'âge, des effets ont été constatés entre les hospitalisations pour causes respiratoires et l'ozone [11].

Pour les effets à long terme, deux grandes études ont permis de montrer le lien entre la pollution atmosphérique et la mortalité au début des années 90 : l'étude dite des "six villes" [12] et l'étude de l'American Cancer Society (ACS) [13]. Les résultats laissent supposer que certains des effets de l'exposition à long terme à la pollution atmosphérique pourraient être partiellement réversibles sur une période d'un an, voir une décennie si les niveaux de pollution diminuent.

3.2 ESTIMATION DE L'EXPOSITION

L'objectif de cette étape est de quantifier l'exposition de la population de la zone d'étude à la pollution atmosphérique. Un indicateur d'exposition est calculé pour chaque polluant selon deux aspects :

- pour le court terme, à partir de la moyenne arithmétique des concentrations journalières en polluants enregistrées par les stations de mesures sélectionnées ;
- pour le long terme, à partir de la moyenne annuelle des concentrations mesurées par les stations sélectionnées.

Pour l'ozone, polluant photochimique, l'indicateur d'exposition correspond à la moyenne journalière des maxima des moyennes glissantes sur 8 heures construites à partir des valeurs horaires mesurées par les stations sélectionnées.

3.2.1 Choix des polluants

Les indicateurs de pollution atmosphérique retenus pour cette étude sont ceux proposés dans le guide méthodologique de l'InVS [3]. Les polluants pour lesquels des mesures en routine vont permettre la construction d'indicateurs de pollution pour cette étude sont : les particules (PM_{10}) et l'ozone (O_3).

En effet, les niveaux de dioxyde de soufre (SO_2) ont beaucoup diminué en milieu urbain depuis 15 ans et sont parfois à la limite du seuil de détection des appareils de mesures. L'utilisation des fumées noires et du SO_2 n'est plus préconisée pour la réalisation d'une EIS. Enfin, les niveaux de dioxyde d'azote (NO_2) pourront être analysés comme reflétant la pollution liée au trafic et utilisés uniquement si l'on ne dispose pas de mesures de particules.

3.2.2 Sélection des stations de mesure

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air dispose de 23 stations fixes équipées d'analyseurs automatiques. Trois stations sont situées dans la zone d'étude : Perpignan sud, Perpignan centre et Perpignan périphérie (tableaux 5 et 6). La mesure des particules $PM_{2,5}$ débutera en 2009 sur la zone d'étude afin de participer au calcul de l'indicateur d'exposition moyenne (IEM) défini dans la Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008.

En complément des mesures par stations fixes, Air LR dispose de moyens mobiles de mesure, d'un réseau de mesures indicatives et d'outils de modélisation et d'inventaire d'émissions.

TABLEAU 5

CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS DE MESURES – RÉSEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR. UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN

Nom station	Type	Mise en service	Élément surveillé
Perpignan sud (Rigaud)	Urbain	19/06/1999	O ₃ , PM ₁₀
Perpignan centre (Carmes)	Urbain	21/04/1999	O ₃ , PM ₁₀
Perpignan périphérie (Saint-Estève)	Périurbain	07/10/1998	O ₃

Source: Air LR, 2008.

TABLEAU 6

DESCRIPTION DES PÉRIODES DE FONCTIONNEMENT DES STATIONS – RÉSEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR. UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN

Station	PM ₁₀	O ₃
Rigaud	Début des mesures le 01/10/2000 pas de valeurs entre le 10/10/2002 et le 05/03/2003	Début des mesures le 01/02/2000 à 12h arrêt des mesures le 09/05/2007 à 12h
Carmes	Début des mesures le 22/01/2000 arrêt des mesures entre le 18/12/2004 et le 23/02/2006	Arrêt des mesures le 19/01/2005 reprise des mesures le 22/02/2006 à 10h
Saint-Estève	Pas de mesures	Mise en service en 1997

Source: LR, 2008.

Ces stations de fond respectent la règle des 75 % pour la validation des données journalières (c'est-à-dire, 75 % des valeurs horaires présentes pour une journée sinon la mesure journalière est considérée comme manquante).

Les concentrations de polluants mesurées par les trois stations sont homogènes pour l'ozone. Les coefficients de corrélation des mesures des trois stations concernant l'ozone sont supérieurs à 0,9 (tableau 7). Compte tenu du manque de mesures disponibles pour la station de Carmes (tableau 8), seule la station de Rigaud est utilisée pour les mesures de PM₁₀.

TABLEAU 7

COEFFICIENTS DE CORRÉLATION DES STATIONS DE MESURE DE L'OZONE – PÉRIODE 2004-2006

O ₃	Rigaud	Carmes	Saint-Estève
Rigaud	1		
Carmes	0,98	1	
Saint-Estève	0,92	0,93	1

Source: Air LR, 2008.

TABLEAU 8

DISTRIBUTION DES NIVEAUX D'OZONE ET DE PM₁₀, POUR CHACUNE DES STATIONS – PÉRIODE 2004-2006

Station	O ₃			PM ₁₀		
	Été			Année	Hiver	
	Rigaud	Carmes	Saint-Estève		Rigaud	Rigaud
Minimum	34,47	37,34	57,01	4	4	6
1 ^{er} quartile	87,48	81,03	88,22	13	11	14
Médiane	98,54	93,56	100,2	19	18	19
Moyenne	99,98	94,36	102,5	19,65	19,53	19,77
3 ^e quartile	113,3	106	114,1	25	25	25
Maximum	182,6	178,6	189,4	152	152	48
Écart-type	19,16	19,1	19,29	9,58	11,25	7,58
% de données manquantes	2,18	33,88	0,55	3,74	4,20	3,27

Source: Air LR, 2008.

3.2.2.1 Comparaison des données de qualité de l'air avec les objectifs de qualité

Pour les PM_{10} , les décrets n°2003-1085 du 15 novembre 2003 et n°2002-213 du 15 février 2002 prévoient un objectif de qualité ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) et une valeur limite annuelle applicable à partir de 2005 (des dispositions transitoires étaient prévues pour les années 2001 à 2004).

Pour l'ozone, les décrets n°2003-1085 du 15 novembre 2003, n°2007-1479 du 12 octobre 2007 et n°2008-1152 du 7 novembre 2008

fixent les objectifs de qualité, les valeurs cibles, le seuil d'information et les seuils d'alerte (les décrets du 12 octobre 2007 et du 7 novembre 2008 ont transcrit en droit français la directive européenne du 19 février 2002).

La comparaison des mesures de polluants des trois stations urbaines de la zone d'étude avec les objectifs de qualité est présentée dans le tableau 9.

TABLEAU 9		NIVEAUX MOYENS ANNUELS DE POLLUANTS ÉTUDIÉS DANS LA ZONE D'ÉTUDE ($\mu\text{g}/\text{M}^3$) COMPARAISON AVEC LES OBJECTIFS DE QUALITÉ				
Polluant	Indicateur	Année	Rigaud	Carmes	Saint-Estève	Objectifs de qualité
PM_{10}	Moyenne annuelle ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	2004	20	--	--	Moyenne annuelle inférieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		2005	19	--	--	
		2006	20	--	--	
O_3	Nombre de jours avec une moyenne sur 8 heures $>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2004	26	17	42	Aucune moyenne sur 8 heures dépassant $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		2005	33	--	36	
		2006	17	14	24	

Source: Air LR, 2008.

Pour les PM_{10} , les objectifs de qualité sont respectés sur l'ensemble de la période 2004 à 2006. Pour l'ozone, polluant secondaire et traceur de la pollution photochimique, les concentrations dépassent régulièrement les seuils réglementaires, surtout lors de la période estivale.

In fine, les trois stations sont retenues pour l'étude. Deux polluants sont étudiés, les PM_{10} et l'ozone.

Les distributions des indicateurs d'exposition pour les deux périodes d'étude définies sont présentées en annexe 3.

3.2.3 Construction des indicateurs d'exposition

Pour l'EIS à long terme, les données de PM_{10} ont été corrigées par le facteur de correction européen de 1,3 [3]. En effet, la méthode de mesure utilisée en France entraîne une sous-évaluation éventuelle de la masse des particules par rapport à la méthode de référence gravimétrique utilisée dans les études européennes.

Pour l'EIS à court terme, cette correction n'a pas été nécessaire.

3.3 INDICATEURS SANITAIRES

3.3.1 Données de mortalité

Les données de mortalité ont été obtenues auprès du CépiDC de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), par l'intermédiaire de l'InVS. Les données sont sélectionnées à partir de la cause principale de décès et correspondent au nombre de décès toutes causes confondues hors mort violente et/ou accidentelle (codes: CIM-10: A00-R99) des personnes résidant dans la zone d'étude, tous âges confondus.

Le tableau 10 présente pour la période 2004-2005, la moyenne quotidienne du nombre de décès, utilisée pour estimer l'impact à court terme, et la moyenne annuelle utilisée pour l'impact à long terme.

TABLEAU 10		NOMBRE MOYEN DE DÉCÈS. UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN, PÉRIODE 2004-2005				
Mortalité	Nombre moyen de décès par année			Nombre moyen de décès par jour		
	Hiver	Été	Total	Hiver	Été	Total
Toutes causes	860	737	1597	4,7	4	4,4

3.3.2 Données de morbidité hospitalière

Les données d'activité hospitalière sont extraites du PMSI. Les codes CIM-10 retenus pour la construction des indicateurs de morbidité hospitalière sont présentés dans le tableau 11.

TABLEAU 11		CODES UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION DES INDICATEURS D'ADMISSIONS HOSPITALIÈRES
Indicateur	Codes CIM-10	
Admissions pour causes respiratoires	J00 - J99	
Admissions pour causes cardio-vasculaires	I00 - I99	

La classe d'âge retenue pour cet indicateur est celle des personnes âgées de 65 ans et plus car elle représente la fraction de la population la plus souvent hospitalisée pour troubles cardio-vasculaires et pour laquelle une association a été mise en évidence entre la pollution et les admissions pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

Les données du PMSI s'appuient sur les codes postaux des communes. Or, certaines communes de la zone d'étude ont un code postal en commun avec d'autres communes situées soit à l'intérieur, soit en dehors de cette zone. De ce fait, les indicateurs fournis par le PMSI sont pris en compte à hauteur du poids respectif de chaque commune – en nombre d'habitants – parmi les autres communes ayant le même code postal (tableau 12). La commune de Peyrestortes a un code postal commun à neuf communes dont une seule appartenant à la zone d'étude (Rivesaltes).

TABLEAU 12					PROPORTION D'HABITANTS PAR COMMUNE ET PAR CODE POSTAL – FACTEUR DE PONDÉRATION APPLIQUÉ AUX INDICATEURS DU PMSI
Code postal	Commune	Nombre d'habitants (Insee 1999)	Pourcentage	Facteur multiplicatif	
66540	Baho	2 488	100,0	1,00	
66430	Bompas	6 943	100,0	1,00	
66330	Cabestany	8 250	100,0	1,00	
66680	Canohès	4 350	100,0	1,00	
66000	Perpignan	105 096	100,0	1,00	
66600	Peyrestortes	1 431	8,9	0,09	
	Rivesaltes	7 948	49,6	0,50	
66380	Pia	5 120	100,0	1,00	
66240	Saint-Estève	9 805	100,0	1,00	
66270	Le Soler	5 828	100,0	1,00	
66350	Toulouges	5 394	100,0	1,00	

Le tableau 13 présente pour la période 2004-2006, la moyenne quotidienne du nombre d'admissions hospitalières de la population domiciliée dans la zone d'étude, selon le motif de recours et la saison tropique. Ces résultats selon la commune de domicile sont détaillés en annexe 4.

TABLEAU 13		NOMBRE MOYEN ANNUEL ET JOURNALIER D'ADMISSIONS HOSPITALIÈRES CHEZ LES 65 ANS ET PLUS, SELON LE MOTIF DE RECOURS. UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN, PÉRIODE 2004-2006					
		Motif respiratoire			Motif cardio-vasculaire		
		Hiver	Été	Total	Hiver	Été	Total
Total zone	Année	419,6	323,8	743,5	1 230,5	1 095,7	2 326,2
d'étude	Jour	2,3	1,8	2,0	6,7	6,0	6,4

3.4 CHOIX DES RELATIONS EXPOSITION-RISQUE

Les relations exposition-risque (E-R) utilisées dans cette étude sont celles retenues par l'InVS dans son guide méthodologique [3].

3.4.1 Relations E-R à court terme

Les relations E-R pour les indicateurs de mortalité (tableau 14) ont été actualisées en 2007 par l'InVS dans le cadre du Programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air (Psas). La relation entre les niveaux de l'indicateur d'exposition O₃ et la mortalité toutes causes non accidentelles est établie pour la période estivale (1^{er} avril-30 septembre).

TABLEAU 14

RISQUES RELATIFS DE MORTALITÉ TOUTES CAUSES NON ACCIDENTELLES [IC 95%]* ESTIMÉS POUR UNE AUGMENTATION DE 10 µG/M³ DU NIVEAU DE L'INDICATEUR DE POLLUTION LE JOUR ET LA VEILLE DE L'ÉVÉNEMENT SANITAIRE

Indicateur de pollution	PM ₁₀	O ₃ (été)
Mortalité toutes causes non accidentelles	1,014 [1,007; 1,020]	1,009 [1,004; 1,014]

Source: Psas, 2008.

* [IC 95%]: intervalle de confiance à 95 % du risque relatif.

Les relations E-R pour les indicateurs d'hospitalisation, produites dans le cadre du Psas 2006 sont retenues pour la réalisation d'EIS dans les agglomérations françaises. Les risques relatifs préconisés figurent dans les tableaux 15 et 16.

TABLEAU 15

RISQUE RELATIF D'ADMISSIONS HOSPITALIÈRES POUR CAUSES CARDIO-VASCULAIRES CHEZ LES 65 ANS ET PLUS [IC 95%]* ESTIMÉ POUR UNE AUGMENTATION DE 10 µG/M³ DU NIVEAU DES PM₁₀ LE JOUR ET LA VEILLE DE L'ÉVÉNEMENT SANITAIRE

Indicateur de pollution	PM ₁₀
Admissions pour causes cardio-vasculaires	1,011 [1,005; 1,017]

Source: Psas, 2006 [11].

* [IC 95%]: intervalle de confiance à 95 % du risque relatif.

TABLEAU 16

RISQUE RELATIF D'ADMISSIONS HOSPITALIÈRES POUR CAUSES RESPIRATOIRES CHEZ LES 65 ANS ET PLUS [IC 95%]* ESTIMÉ POUR UNE AUGMENTATION DE 10 µG/M³ DU NIVEAU DE L'OZONE LE JOUR ET LA VEILLE DE L'ÉVÉNEMENT SANITAIRE

Indicateur de pollution	O ₃ (été)
Admissions pour causes respiratoires	1,010 [1,004; 1,018]

Source: Psas, 2006 [11].

* [IC 95%]: intervalle de confiance à 95 % du risque relatif.

3.4.2 Relations E-R à long terme

Pour estimer l'effet à long terme de l'exposition chronique aux PM₁₀ sur la mortalité toutes causes non accidentelles, ont été utilisées les relations E-R de l'étude tri-nationale [14] (tableau 17).

TABLEAU 17

RISQUE RELATIF DE MORTALITÉ À LONG TERME [IC 95%]* ESTIMÉ POUR UNE AUGMENTATION DE 10 µG/M³ DU NIVEAU DES PM₁₀

Indicateur de pollution	PM ₁₀
Mortalité toutes causes non accidentelles	1,043 [1,026; 1,061]

Source: Étude tri-nationale [14].

* [IC 95%]: intervalle de confiance à 95 % du risque relatif.

3.5 CARACTÉRISATION DU RISQUE

Cette étape permet de quantifier l'impact sanitaire en calculant un nombre de cas attribuables à un indicateur d'exposition donné pour un indicateur sanitaire donné, sur la période d'étude choisie.

Pour une période définie, la proportion d'évènements sanitaires attribuables à un niveau de pollution atmosphérique donné (PA) est :

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

où RR est le risque relatif associé au niveau de pollution étudié, fourni par la courbe dose-réponse et f la fraction de la population exposée.

Dans le cas de la pollution atmosphérique :

- $f=1$, car toute la population est considérée comme exposée au niveau de pollution retenu ;
- $RR=RR_{\Delta}$, où RR_{Δ} est l'excès de risque associé au différentiel de pollution étudié, donné par la relation E-R.

Le nombre de cas attribuables (NA) est donc calculé, non pas pour un niveau de pollution donné, mais pour un différentiel de pollution donné selon la formule simplifiée suivante :

$$NA = \frac{RR_{\Delta}-1}{RR_{\Delta}} \times N$$

où N est le nombre moyen d'évènements sanitaires sur la période d'étude.

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

4. Résultats

4.1 ESTIMATION DE L'IMPACT SANITAIRE À COURT TERME DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Les niveaux de référence choisis pour le calcul de l'impact sanitaire total sont de 40 µg/m³ pour l'ozone et de 10 µg/m³ pour les particules. Ils correspondent à des niveaux faibles de pollution en dessous desquels il est difficile de descendre même en mettant en place des mesures très strictes de réduction de la pollution. Les niveaux de référence

choisis correspondent au percentile 5 des valeurs mesurées sur la zone d'étude.

Le tableau 18 présente le nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique urbaine.

Dans la zone d'étude et chaque année, on estime que la pollution atmosphérique est responsable de 39 décès tous âges confondus et de 45 admissions hospitalières pour cause respiratoire ou cardio-vasculaire chez les 65 ans et plus.

TABEAU 18

NOMBRE DE DÉCÈS ATTRIBUABLES À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE – NOMBRE D'ADMISSIONS HOSPITALIÈRES CHEZ LES 65 ANS ET PLUS. ÉVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE À COURT TERME. UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN 2004-2006

Indicateur sanitaire	Polluants étudiés	Polluants ayant eu l'impact le plus important	Estimation du nombre de cas attribuables pour la période	Estimation du nombre annuel de cas attribuables
Mortalité totale	O ₃ , PM ₁₀	O ₃	78	39
Morbidité respiratoire	O ₃	O ₃	57	19
Morbidité cardio-vasculaire	PM ₁₀	PM ₁₀	77	26

4.2 GAINS SANITAIRES ATTENDUS PAR UNE RÉDUCTION DE LA POLLUTION

4.2.1 Impact à court terme

Les gains sanitaires sont calculés selon deux scénarios d'exposition pour chacun des polluants.

- Indicateur O₃ :
 - scénario 1 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution des niveaux dépassant un niveau de référence. Pour les jours d'été où les niveaux (maxima des moyennes glissantes sur 8 heures) dépassent le niveau de référence, ces derniers sont ramenés au niveau de référence. Le niveau de référence est de 100 µg/m³ (en moyenne sur 8 heures);
 - scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de 10 µg/m³ de la valeur journalière pour chacun des jours d'été.
- Indicateur PM₁₀ :
 - scénario 1 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution des niveaux dépassant un niveau de référence. Pour les jours d'été où les niveaux (moyenne sur 24 heures) dépassent le niveau de référence, ces derniers sont ramenés au niveau de référence. Le niveau de référence est de 50 µg/m³ (en moyenne sur 8 heures);
 - scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de 5 µg/m³ des valeurs journalières.

Les résultats sont présentés dans le tableau 19 pour une année.

Selon le scénario 1, cinq décès seraient évités, soit une réduction de 13 % de la mortalité totale. Une réduction de 11 % sur les admissions hospitalières pour cause respiratoire serait observée alors qu'aucun effet ne serait envisagé sur les hospitalisations pour cause cardio-vasculaire.

Le scénario 2 diminuerait de 18 % la mortalité totale, de 16 % les admissions hospitalières pour cause respiratoire et de 46 % les admissions hospitalières pour cause cardio-vasculaire pour l'impact à court terme.

TABEAU 19

COMPARAISON DES GAINS SANITAIRES ATTENDUS SELON LE MODE DE RÉDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE, UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN. IMPACT À COURT TERME

Indicateur sanitaire	Scénario 1		Scénario 2	
	O ₃	PM ₁₀	O ₃	PM ₁₀
Mortalité totale	5		7	
Morbidité respiratoire	2		3	
Morbidité cardio-vasculaire		0		12

4.2.2 Impact à long terme

Les gains sanitaires sont calculés selon deux scénarios d'exposition pour les PM_{10} :

- scénario 1 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de la moyenne annuelle de PM_{10} jusqu'à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM_{10} .

Les résultats sont présentés dans le tableau 20 pour une année et montrent que 33 décès seraient évités selon les deux scénarios. Ce résultat est dû à un effet mathématique, la moyenne annuelle en PM_{10} étant initialement de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la période d'étude.

TABLEAU 20	COMPARAISON DES GAINS SANITAIRES ATTENDUS SELON LE MODE DE RÉDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE, UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN. IMPACT À LONG TERME	
	Scénario 1	Scénario 2
Estimation du nombre de décès évitables	33	33

5. Discussion

Cette évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été conduite pour l'unité urbaine de Perpignan en suivant une méthode proposée par l'InVS. Elle repose sur une hypothèse essentielle qui est celle de la causalité de la relation entre pollution atmosphérique et santé, et permet d'estimer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine à court terme et à long terme.

5.1 HYPOTHÈSES, LIMITES ET INCERTITUDES

Pour la bonne compréhension des résultats de cette étude, il convient de rappeler les limites et incertitudes inhérentes à la démarche qui a été suivie.

5.1.1 Identification des dangers sanitaires

Les données météorologiques utilisées ici ne concernent que celles de la surveillance de la qualité de l'air atmosphérique, sous l'hypothèse que la population est exposée quotidiennement à un niveau de pollution constant. Or, la population est aussi exposée aux polluants spécifiques aux espaces clos. En effet des études de plus en plus nombreuses [15], montrent que si l'air de nos habitations est constitué initialement d'air atmosphérique, des polluants peuvent également être produits directement dans les locaux par les occupants et leurs activités (en fonction de leurs modes de vie et d'occupation), ou par le bâtiment et ses équipements. Les pollutions extérieure et intérieure peuvent ainsi s'ajouter, mais aussi interagir, en créant d'autres polluants tels certains composés organiques volatils, très présents dans les habitations et les bureaux. Les effets sanitaires dus à l'exposition à ces substances ne sont pas pris en compte dans cette EIS.

5.1.2 Estimation de l'exposition

L'exposition est estimée au niveau de la population et non au niveau individuel. On attribue à tout individu résidant dans la zone d'étude le même niveau moyen d'exposition, alors que chaque individu est exposé à des niveaux d'exposition variables dans une même journée. En effet :

- 13 % des actifs de la zone d'étude travaillent en dehors de cette zone ;
- une partie de la population peut quitter cette zone pour motif personnel ou professionnel ;
- la zone peut être attractive pour une population non résidente.

L'impact sanitaire est en conséquence sous ou sur estimé selon les cas.

Par ailleurs, le niveau moyen d'exposition est calculé à partir des enregistrements des stations de mesures, et dépend de la localisation de ces capteurs. Une implantation différente de ces capteurs aurait pu conduire à des estimations différentes des niveaux de pollution. Néanmoins, l'analyse des valeurs journalières des trois stations montre

une bonne homogénéité de ces trois stations et permet de supposer que l'indicateur construit est bien représentatif de l'exposition moyenne de la population.

5.1.3 Choix des relations exposition-risque

Une EIS repose sur l'application de relations E-R à des données locales. Les relations proposées ici proviennent d'études françaises ou européennes pour les EIS à court terme et à long terme. Ces populations peuvent être potentiellement différentes des populations étudiées ici en termes de causes de décès, d'exposition à la pollution atmosphérique et de caractéristiques démographiques. Les résultats des évaluations doivent par conséquent être interprétés avec précaution même s'il est démontré que les effets estimés sont du même ordre de grandeur.

Par ailleurs, les relations E-R retenues dans le guide méthodologique de l'InVS sont elles-mêmes entourées d'une incertitude statistique, quantifiée par l'intervalle de confiance bornant l'estimation centrale du risque relatif.

5.1.4 Caractérisation du risque

La caractérisation du risque s'appuie sur la mise en relation des indicateurs d'exposition avec les indicateurs sanitaires disponibles.

Les relations E-R concernent de grandes catégories de causes d'hospitalisation (respiratoires, cardio-vasculaires), ce qui limite largement le biais dû aux pratiques de codage des différents établissements et aux erreurs de codage.

De même, pour la mortalité, une seule grande catégorie a été utilisée pour la réalisation de cette EIS : mortalité toutes causes hors accidents et morts violentes, tous âges confondus.

En termes de morbidité, seuls les effets ayant nécessité une hospitalisation sont pris en compte pour le calcul de l'impact sanitaire, ce qui conduit à une sous-estimation de l'impact sanitaire globale. En effet, la prise en charge en médecine ambulatoire pour troubles respiratoires, par exemple, est écartée.

Enfin, l'estimation de l'impact en termes de mortalité ne prend pas en compte l'évolution démographique de la population dans le calcul des décès attribuables à la pollution atmosphérique à long terme.

5.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Compte tenu des incertitudes présentées ci-dessus, les résultats obtenus sont une estimation à *minima* des événements graves associés à la pollution atmosphérique. Les résultats doivent être considérés comme un ordre de grandeur.

La population est exposée à un ensemble de polluants n'ayant aucun indicateur totalement spécifique, les impacts estimés par indicateur de pollution ne sont pas cumulables. Ainsi, la notion de risque attribuable doit être vue comme une estimation du risque associé à la pollution atmosphérique urbaine en général. En conséquence, une action visant à réduire le niveau d'un seul indicateur sans réduction de la pollution globale ne produirait pas les effets positifs recherchés.

Cette EIS ne concerne que les événements assez graves pour nécessiter une hospitalisation. D'autres pathologies moins graves mais touchant

une proportion plus importante de la population (allergies, crises d'asthme, irritations oculaires, etc.) peuvent être liées à la pollution et représenter également un problème de santé publique.

Enfin, ces estimations permettent notamment :

- d'illustrer l'importance des effets de la pollution atmosphérique sur la santé, même lorsque les normes réglementaires sont respectées ;
- d'illustrer l'intérêt de réduire les niveaux de pollution dans leur ensemble plutôt que celui d'un polluant particulier ;
- quantifier l'impact au niveau local.

6. Conclusion

Pour l'unité urbaine de Perpignan, l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est estimé chaque année à 39 décès anticipés tous âges confondus, 19 admissions hospitalières pour motif respiratoire et 26 admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire. Ces chiffres montrent que si les risques relatifs sont dits "faibles" à l'échelle individuelle, l'impact sur la population est important du fait du grand nombre de personnes exposées.

Actuellement, les pics de pollution atmosphérique avec dépassement des seuils réglementaires déclenchent des situations d'alerte et de recommandations. Cependant, si les jours de forte pollution sont ceux dont l'impact sanitaire journalier est le plus important, leur faible fréquence leur fait jouer un rôle limité à l'échelle d'une année entière. En conséquence, la suppression des seuls pics de pollution sur une année aurait un impact à court terme bien moins intéressant qu'une politique globale de réduction de la moyenne journalière.

Ainsi, la suppression des pics de pollution réduirait de 13 % la mortalité totale et de 11 % les admissions hospitalières pour cause respiratoire.

Cette suppression ne réduirait pas les admissions hospitalières pour cause cardio-vasculaire.

Le second scénario, basé sur une réduction globale de la moyenne journalière de la pollution atmosphérique réduirait à court terme la mortalité de 18 %, les admissions hospitalières pour cause respiratoire de 16 % et les admissions hospitalières pour cause cardio-vasculaire de 46 %.

À long terme, une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM_{10} , soit une réduction de la moyenne annuelle de PM_{10} jusqu'à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, permettrait d'éviter 33 décès.

Les mesures de santé publique les plus efficaces seront donc celles qui associent une réduction quotidienne des émissions à la source à une diminution importante du nombre de pics de pollution.

Références bibliographiques

- [1] Loi sur l'air de l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure, loi n°96-1236 du 30 décembre 1996), article 2.
- [2] Plan régional pour la qualité de l'air. Préfecture de la région Languedoc-Roussillon. Novembre 1999.
- [3] Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine-concepts et méthodes – InVS, mars 2008.
- [4] Fiche climatologique, statistiques interannuelles de 1971 à 2007. Station de Perpignan. Météo France.
- [5] Inventaire partiel d'émissions de substances polluantes dans l'atmosphère. Département des Pyrénées orientales. Année 2000. Février 2006.
- [6] Site Internet d'Air Languedoc-Roussillon. www.air-lr.org.
- [7] Programme de surveillance air et santé 9 villes. Surveillance des effets sur la santé liées à la pollution atmosphérique en milieu urbain-Phase II. InVS. 2002.
- [8] Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, *et al.* Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *BMJ* 1997;314:1658-63.
- [9] Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk JM, *et al.* Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: result from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Respir Crit Care Med* 2001;164(10 Pt 1):1860-6.
- [10] Morris RD. Airborne particules and hospital admissions for cardiovascular disease: a quantitative review of the evidence. *Environ Health Perspect* 2001;109(Suppl 4):495-500.
- [11] Programme de surveillance air et santé neuf villes. Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises. InVS. 2006.
- [12] Dockery DW, Arden pope C, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, *et al.* An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 1993;329(24):1753-9.
- [13] Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE, Heath CW. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:669-74.
- [14] Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, *et al.* Public-Health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000;356(9232):795-801.
- [15] Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Revue des enquêtes sur la qualité de l'air intérieur dans les logements en Europe et aux États-Unis. Rapport 2004.

ANNEXE 1 - ROSE DES VENTS, SOURCE MÉTÉO FRANCE



METEO FRANCE

ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Du 01 OCTOBRE 2004 au 31 MARS 2005

PERPIGNAN (66)

Indicatif : 66136001, alt : 42 m., lat : 42°44'24"N, lon : 02°52'30"E

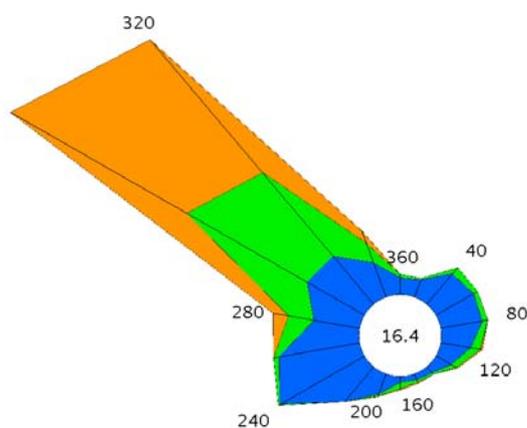
Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition

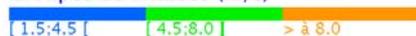
Nombre de cas étudiés : 1456

Manquants : 0

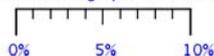


Dir.	[1.5;4.5 [[4.5;8.0 [> 8.0 m/s	Total
20	1.1	0.1	0.0	1.2
40	2.3	0.4	0.0	2.7
60	2.5	0.2	0.0	2.7
80	2.4	0.3	0.0	2.7
100	1.8	0.5	0.1	2.4
120	1.0	0.3	0.1	1.4
140	0.4	0.1	0.0	0.6
160	0.3	0.2	0.1	0.6
180	0.3	0.3	0.1	0.8
200	1.2	0.1	+	1.4
220	2.6	0.0	0.0	2.6
240	5.6	0.1	0.0	5.7
260	4.7	0.3	0.0	5.0
280	2.6	1.5	0.9	5.0
300	3.8	8.0	11.6	23.4
320	3.6	6.3	10.0	20.0
340	2.1	1.2	0.8	4.1
360	1.0	0.2	0.0	1.2
Total	39.5	20.3	23.8	83.6
[0;1.5 [16.4

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1

Edité le : 18/04/2008 dans l'état de la base

N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Centre Départemental des Pyrénées Orientales
Aérodrome de PERPIGNAN RIVESALTES 66000 PERPIGNAN
Tél. : 0468526666 – Fax : 0468526669

ANNEXE 2 - RÉPARTITION DES HOSPITALISATIONS DES PERSONNES ÂGÉES DE 65 ANS ET PLUS DE L'UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN, SELON L'ÉTABLISSEMENT DE SANTÉ (EFFECTIF ET POURCENTAGE). PÉRIODE 2004-2006

Établissements de santé	Causes respiratoires						Causes cardio-vasculaires					
	2004		2005		2006		2004		2005		2006	
	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%
Centre hospitalier de Perpignan	648	68,5	668	64,2	495	58,2	1 175	49,9	1 240	47,8	1 106	46,6
Clinique la Roussillonnaise	2	0,2	1	0,1	4	0,5	23	1,0	14	0,5	29	1,2
Polyclinique Saint-Roch	203	21,5	266	25,6	264	31,0	153	6,5	168	6,5	175	7,4
Clinique Saint-Pierre	20	2,1	28	2,7		0,0	787	33,4	952	36,7	886	37,4
Clinique Saint-Christophe	11	1,2	12	1,2	11	1,3	12	0,5	21	0,8	16	0,7
Clinique Notre dame d'espérance	0	0,0		0,0	4	0,5	4	0,2	3	0,1	3	0,1
Autre établissement	62	6,6	65	6,3	73	8,6	201	8,5	194	7,5	157	6,6
Total	946	100,0	1 040	100,0	851	100,0	2 355	100,0	2 592	100,0	2 372	100,0

ANNEXE 3 - DISTRIBUTION DES INDICATEURS D'EXPOSITION POUR LES DEUX PÉRIODES D'ÉTUDES CHOISIES

DISTRIBUTION DES INDICATEURS D'EXPOSITION. PÉRIODE 2004-2006

Indicateur d'exposition	O ₃ été	PM ₁₀
Nombre de jours	549	1 055
Minimum	56,9	4,0
Percentile 5	71,4	8,0
Percentile 25	85,9	13,0
Médiane	98,0	19,0
Percentile 75	110,9	25,0
Percentile 95	132,4	35,0
Maximum	183,5	152,0
Moyenne journalière	99,3	19,7
Écart-Type	18,9	9,6

DISTRIBUTION DES INDICATEURS D'EXPOSITION. PÉRIODE 2004-2005

Indicateur d'exposition	O ₃ été	PM ₁₀	PM ₁₀ corrigées
Nombre de jours	366	707	707
Minimum	57,3	4,0	5,2
Percentile 5	71,5	8,0	10,4
Percentile 25	88	12,0	15,6
Médiane	99,4	18,0	23,4
Percentile 75	112,9	24,0	31,2
Percentile 95	133,1	35,0	45,5
Maximum	183,5	152,0	197,6
Moyenne journalière	100,6	19,2	25
Écart-Type	18,9	9,9	12,8

ANNEXE 4 - NOMBRE MOYEN D'ADMISSIONS HOSPITALIÈRES CHEZ LES 65 ANS ET PLUS, SELON LE MOTIF DE RECOURS. UNITÉ URBAINE DE PERPIGNAN, PÉRIODE 2004-2006

Commune de domicile		Motif respiratoire			Motif cardio-vasculaire		
		Hiver	Été	Total	Hiver	Été	Total
Baho	Année	5	3,3	8,3	23,3	14,3	37,7
	Jour	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Bompas	Année	12,3	8,3	20,7	44,7	32,3	77
	Jour	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
Cabestany	Année	19,7	18,3	38	56,3	57,3	113,7
	Jour	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3
Canohès	Année	6,7	2,7	9,3	25,3	17	42,3
	Jour	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Perpignan	Année	294,3	227,7	522	818	731,3	1549,3
	Jour	1,6	1,2	1,4	4,5	0,5	4,2
Peyrestortes et Rivesaltes	Année	25	21,8	46,8	74,5	63,3	137,9
	Jour	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,4
Pia	Année	7,7	4,7	12,3	32,3	29,3	61,7
	Jour	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2
Saint-Estève	Année	24	20,3	44,3	82,7	81,3	164
	Jour	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,4
Le Soler	Année	13,3	8,7	22	40,7	37,3	78
	Jour	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
Toulouges	Année	11,7	8	19,7	32,7	32	64,7
	Jour	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
Total	Année	419,7	323,8	743,4	1 230,5	1 095,4	2 326,3
	Jour	2,3	1,8	2,0	6,8	0,7	6,4

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine

Unité urbaine de Perpignan

L'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine a été réalisée sur l'agglomération de Perpignan dans le cadre du Plan régional pour la qualité de l'air. Cette étude a été conduite selon une méthode standardisée proposée par l'InVS qui repose sur une hypothèse essentielle, celle de la causalité de la relation entre pollution atmosphérique et santé.

L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à court et long terme est calculé pour la morbidité et la mortalité anticipée. Les résultats montrent que, chaque année, la pollution atmosphérique est responsable de 39 décès anticipés tous âges confondus, 19 admissions hospitalières pour motif respiratoire et 26 admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire chez les adultes de 65 ans et plus.

Un calcul des gains sanitaires attendus après réduction des niveaux d'exposition, montre que compte tenu des niveaux annuels moyens de PM_{10} nettement supérieurs à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM_{10} équivalente à une réduction de la valeur moyenne annuelle à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ constituerait une mesure de santé publique efficace.

Les résultats présentés dans cette étude sont des estimations à *minima* des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique et doivent donc être considérés comme des ordres de grandeur. Ils ont pour objectif de quantifier l'impact de la pollution sur le plan local en terme de nombre de cas attribuables, afin de permettre aux décideurs de fonder une politique de diminution de la pollution atmosphérique sur des arguments sanitaires acquis localement.

Mots clés : pollution atmosphérique, impact sanitaire, ozone, qualité de l'air

Health impact assessment of urban air pollution

Perpignan area

The health impact of urban air pollution was assessed on the area of Perpignan (France) as part of the program for air quality of Languedoc-Roussillon region. The method follows a standardized guideline proposed by the French National Institute for Public Health Surveillance (InVS), and is based on the hypothesis of a causal relation between air pollution and health.

The health impact of air pollution in the short and long terms was calculated for expected morbidity and mortality. Each year, urban air pollution contributes to 39 premature deaths within the whole studied population, 19 hospitalizations for respiratory disorders and 26 hospitalizations for cardiovascular disorders in adults of 65 years and over.

According to the calculation of the expected health benefits after reducing exposure levels, an effective public health action would be a decrease of $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of the annual average of the PM_{10} , equivalent to a reduction of the annual mean value to $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

The results presented in this study are minimum estimates of air pollution impact on health, and thus, must be considered as orders of magnitude. The aim of this study was to quantify this impact of pollution on the local level in terms of attributable cases, in order to allow authorities to implement policies for reducing air pollution based on health arguments acquired locally.

Citation suggérée :

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine – Unité urbaine de Perpignan – Impact à court et long terme. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, juin 2009, 21 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN : 1958-9719
ISBN-NET : 978-211-098680-1
ISBN : 978-2-11-098492-0
Tirage : 80 exemplaires
Impression : France Repro
Maisons-Alfort
Réalisé par DIADEIS-Paris
Dépôt légal : juin 2009