

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans six agglomérations de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2004-2006

L. Pascal¹, F. Franke¹, J.-L. Lasalle¹, F. Sillam¹, C. Genevè², P. Malfait¹
1/ Cellule interrégionale d'épidémiologie Sud – 2/ Atmo Paca

CONTEXTE

L'existence de relations, à court et long terme, entre les niveaux de pollution atmosphérique et plusieurs indicateurs sanitaires (mortalité, hospitalisations, passages aux urgences...) est à présent largement démontrée [1,2].

Les évaluations d'impact sanitaire (EIS) de la pollution de l'air sur la santé de la population à l'échelon local ont été intégrées au deuxième Plan régional santé environnement (PRSE 2) de Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca). Ces EIS consistent à estimer, dans une population donnée, un nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique urbaine à partir de relations exposition-risque issues d'études épidémiologiques.

Plusieurs EIS ont été réalisées entre 2000 et 2007 [3-5] dans la région mais elles portaient sur des périodes différentes. Une actualisation des estimations en termes "d'événements attribuables" à la pollution atmosphérique (PA) et "d'événements évitables" par une réduction de celle-ci sur les six principales agglomérations de la région Paca (Aix-en-Provence, Avignon, Cannes, Marseille, Nice et Toulon) a donc été menée sur la période 2004-2006.

MÉTHODES

Cette EIS a été réalisée selon une méthode détaillée en six étapes décrite dans le guide méthodologique publié par l'Institut de veille sanitaire (InVS) en 2008 [6]. En utilisant les relations exposition-risque (E-R) préconisées dans le guide EIS, l'impact sanitaire a été quantifié à court terme, en produisant pour chacun de ces effets :

- une estimation de l'impact sanitaire total de la pollution atmosphérique par rapport à un niveau de référence de :
 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}^1$ pour l'ozone (O_3),
 - 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}^2$ pour les particules de moins de 10 μm (PM_{10});
- une estimation du nombre d'événements évitables selon deux scénarios de diminution des niveaux de la pollution atmosphérique :
 - abaissement des niveaux aux valeurs guides préconisées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour la protection de la santé humaine lorsque celles-ci sont dépassées: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$ pour l'ozone et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}$ pour les PM_{10} ,

- diminution quotidienne des niveaux de fond, de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$ pour l'ozone et de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}$ pour les PM_{10} , ce qui représente environ 20% des niveaux moyens annuels.

L'impact sanitaire a aussi été quantifié à long terme, en estimant :

- l'impact sanitaire total de la pollution atmosphérique par rapport à un niveau de référence de 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}$ pour les PM_{10} ;
- le gain sanitaire lié à la diminution de :
 - la moyenne annuelle des PM_{10} à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondant à la valeur limite européenne pour la protection pour la santé prévue pour 2010,
 - la diminution de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM_{10} .

Les six étapes d'une EIS de la pollution atmosphérique urbaine

- Choix de la période d'étude.
- Définition de la zone d'étude :
 - critères topographiques;
 - critères métrologiques et météorologiques;
 - critères démographiques;
 - attractivité hospitalière.
- Définition des indicateurs d'exposition.
- Définition des indicateurs sanitaires.
- Choix des relations E-R à court et long terme.
- Calcul du nombre de cas attribuables et du nombre de cas évitables en fonction des scénarios.

CARACTÉRISTIQUES DES ZONES D'ÉTUDES

Les zones d'études représentent un total de 40 communes. La composition communale de chaque zone est décrite ci-dessous et représentée dans la figure 1.

- **Zone d'Aix-en-Provence** : Aix-en-Provence, Éguilles, Le Tholonet, Venelles.
- **Zone d'Avignon** : Avignon, Les Angles, Villeneuve-lès-Avignon, Morières-lès-Avignon, Le Pontet, Sorgues, Vedène, Jonquerettes, Saint-Saturnin-lès-Avignon, Entraigues-sur-la-Sorgue.

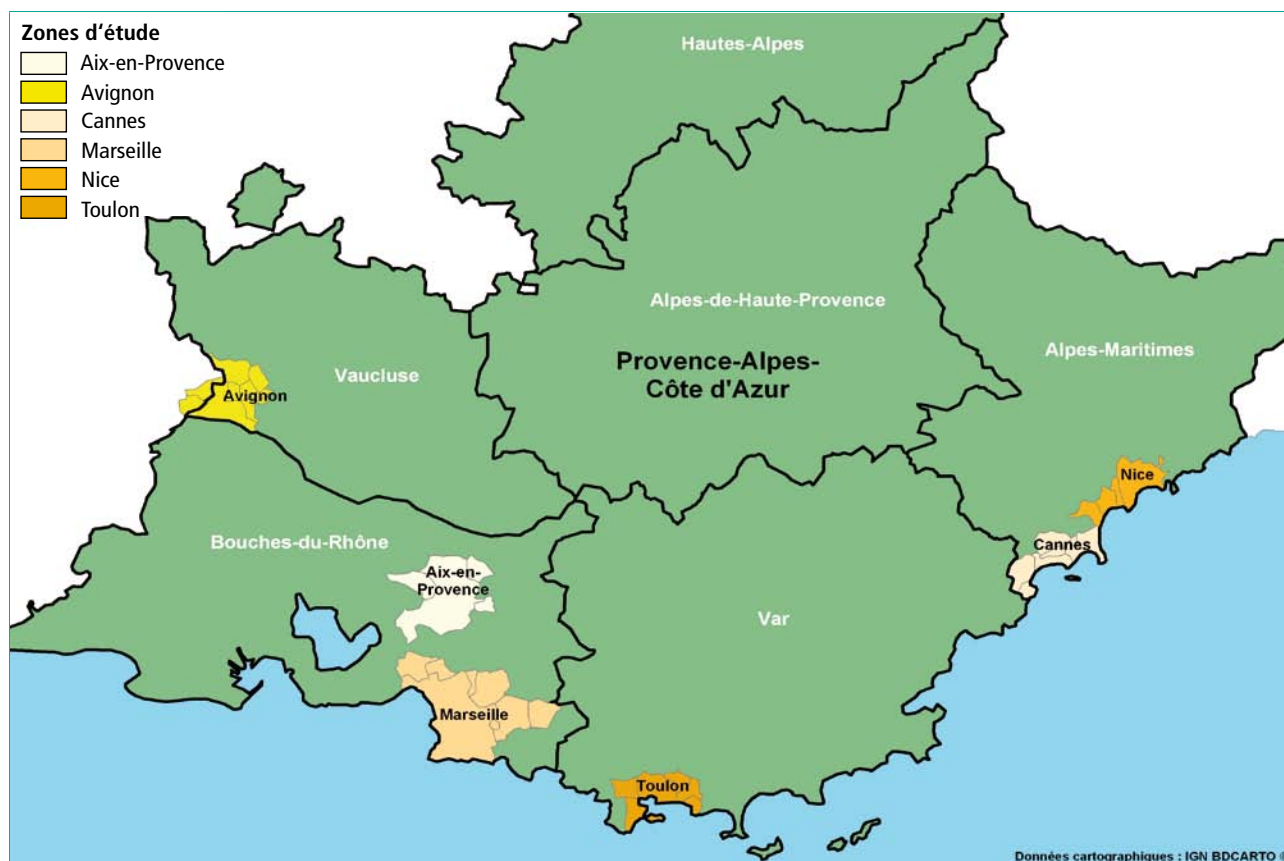
¹ Valeur journalière maximale des moyennes 8 heures glissantes.

² Valeur moyenne journalière.

- **Zone de Cannes :** Antibes, Cannes, Le Cannet, Mandelieu-la-Napoule, Mougins, Théoule-sur-Mer, Vallauris.
- **Zone de Marseille :** Allauch, Aubagne, Gémenos, Marseille, La Penne-sur-Huveaune, Les Pennes-Mirabeau, Plan-de-Cuques, Septèmes-les-Vallons.
- **Zone de Nice :** Cagnes-sur-Mer, Nice, Saint-Laurent-du-Var, Villeneuve-Loubet.
- **Zone de Toulon :** La Garde, Ollioules, Le Pradet, Saint-Mandrier-sur-Mer, La Seyne-sur-Mer, Toulon, La Valette-du-Var.

| FIGURE 1 |

Zones d'étude des six agglomérations de la région Paca



Les six zones d'études comptent un total de 2 298 916 habitants, soit 48 % de la population de la région Paca, avec une densité de population variant de 637 habitants/km² à Aix-en-Provence à 3 663 habitants/km² à Nice. La proportion des personnes âgées de 65 ans et plus varie de 16 % à Aix-en-Provence à 26 % à Cannes. Ainsi, les grandes agglomérations de Paca

sont contrastées, présentant des densités de population très variables avec une population plutôt jeune pour certaines et au contraire plutôt âgée pour d'autres. Les actifs résidant dans la zone d'étude travaillent principalement dans les communes constituant la zone d'étude, la proportion varie de 69 % à Aix-en-Provence à 89 % à Marseille (tableau 1).

| TABLEAU 1 |

Caractéristiques sociodémographiques des différentes zones d'études, région Paca

Zone	Caractéristiques sociodémographiques de la zone					
	Communes (nombre)	Surface (km ²)	Population Insee 2006	Densité de population (hab/km ²)	Proportion 65 ans et plus (%)	Trajets domicile-travail des actifs résidents intra-zone (%)
Aix-en-Provence	4	252	160 418	637	16	69
Avignon	10	192	179 122	932	17	81
Cannes	7	96	261 281	2 722	26	77
Marseille	8	442	955 702	2 162	18	89
Nice	4	120	439 553	3 663	22	80
Toulon	7	131	302 840	2 312	21	82

Source : Insee-Recensement 2006.

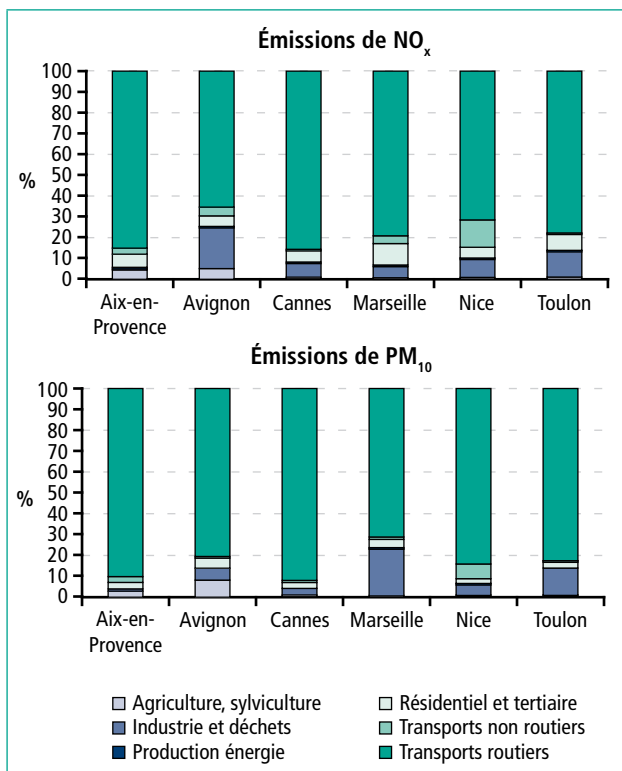
INDICATEURS DE POLLUTION

La source principale de pollution pour ces zones urbaines est le transport routier qui représente 69 à 86 % des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et 71 à 92 % des émissions de PM_{10} selon les villes (figure 2).

Les émissions de particules sur la zone de Marseille proviennent de sources industrielles pour 23 % et sont influencées par les émissions provenant de la zone industrielle de Fos-Berre (programme Forme – 2008). La part du secteur industriel est aussi non négligeable sur la zone d'Avignon avec la présence d'importants sites industriels émetteurs de NO_x ainsi que sur la zone de Toulon. La zone de Nice présente la particularité d'avoir la part la plus élevée d'émissions issues du transport non routier, ceci étant certainement lié à la présence de l'aéroport dans le tissu urbain. Enfin, la part des émissions liées au secteur agricole est très faible, excepté pour les zones d'Avignon et d'Aix-en-Provence où elle ne dépasse cependant pas 8 %.

FIGURE 2 |

Émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules inférieures à 10 μm (PM_{10}) par zone et par secteur d'activité, inventaire des émissions Atmo Paca 2004



Source : Atmo Paca – Émixpro.

Toutes ces agglomérations ont des niveaux élevés d'ozone³ en période estivale (du 1^{er} avril au 30 septembre), la présence de ce polluant étant favorisée par le fort ensoleillement en Paca. Les niveaux moyens varient de 103 à 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux moyens annuels de PM_{10} non corrigés (c'est-à-

dire hors prise en compte de la part volatile) sont élevés dans la région méditerranéenne mais assez homogènes entre les villes, variant de 26,7 à 29,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tableau 2). Ces valeurs sont inférieures aux niveaux observés actuellement car la fraction volatile des particules est mesurée depuis 2007. Le facteur de correction n'est donc pas appliqué à ces données.

TABLEAU 2 |

Nombre de stations utilisées et niveaux moyens annuels de polluants, 2004-2006

	Ozone été ^a		PM_{10} ^b	
	Nombre stations	Niveaux en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nombre stations	Niveaux en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aix-en-Provence	3	107,6	2	27,1
Avignon	3	103,9	2	26,7
Cannes	2	110,0	1	28,6
Marseille	6	102,9	3	28,1
Nice	2	112,7	1	26,7
Toulon	3	103,8	1	29,3

Source : Atmo Paca.

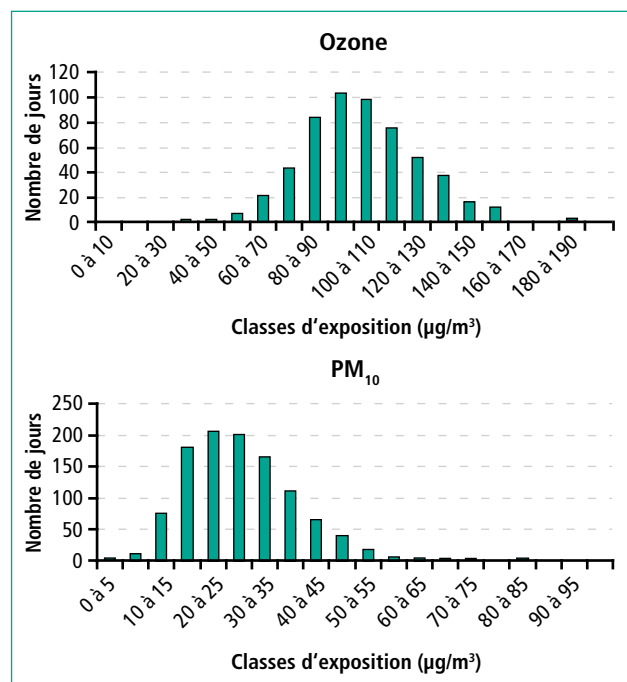
^a Valeur journalière maximale des moyennes 8 heures glissantes.

^b Valeur moyenne journalière.

Un exemple de distribution par classe de concentrations des polluants pour Marseille est présenté dans la figure 3.

FIGURE 3 |

Distribution par classe des indicateurs d'exposition à l'ozone et aux particules, Marseille, 2004-2006



Source : Atmo Paca.

³ L'ozone est produit par l'action des ultraviolets sur différents précurseurs présents dans l'atmosphère, dont les oxydes d'azote et les composés organiques volatiles.

INDICATEURS SANITAIRES

Les données de mortalité sont transmises par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc) de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) et les données d'hospitalisations proviennent de la base nationale du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) de l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH).

Selon les villes, 95 à 99% des séjours hospitaliers pour causes respiratoires et cardio-vasculaires chez les personnes âgées de 65 ans et plus ont eu lieu dans les établissements des zones d'étude ou les établissements attractifs pour la zone d'étude. Les données de tous les établissements publics et privés ont été

comptabilisées à l'exception de celles des maternités, des centres de lutte contre le cancer et des établissements avec une activité chirurgicale exclusive. Pour la zone de Toulon, certains patients ont pu être hospitalisés à l'hôpital d'instruction des armées (HIA) Sainte-Anne et pour la zone de Nice, dans les établissements de la principauté de Monaco, mais les données de ces établissements ne sont pas disponibles dans la base de l'ATIH.

Les nombres moyens annuels de décès et d'hospitalisations pour causes cardio-respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus sont présentés dans le tableau 3. Les taux pour 10 000 habitants de mortalité toutes causes varient de 64,3 (Aix-en-Provence) à 106,5 (Cannes), ceux d'hospitalisations cardio-vasculaires varient de 640,6 (Avignon) à 743,3 (Marseille) et ceux d'hospitalisations respiratoires varient de 194,6 (Marseille) à 251,4 (Cannes).

| TABLEAU 3 |

Nombres moyens annuels et taux/10 000 habitants de décès toutes causes et d'hospitalisations cardio-vasculaires et respiratoires pour les personnes âgées de 65 ans et plus, 2004-2006

Zone	Mortalité toutes causes ^a		Hospitalisations (65 ans et plus)			
	Nombre	Taux	Cardio-vasculaires		Respiratoires	
			Nombre	Taux	Nombre	Taux
Aix-en-Provence	1 032	64,3	1 741	660,1	628	238,1
Avignon	1 274	71,1	1 925	640,6	627	208,7
Cannes	2 783	106,5	4 667	675,4	1 737	251,4
Marseille	7 925	82,9	13 624	743,3	3 566	194,6
Nice	4 393	99,9	6 399	670,6	2 119	221,2
Toulon	2 931	96,8	4 375	694,5	1 241	197,0

^a Hors morts violentes et accidentelles.

RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Les effets des différents indicateurs de pollution n'étant pas indépendants entre eux, les cas attribuables à chacun d'eux ne peuvent être sommés. Ainsi, dans chaque zone d'étude, pour un indicateur sanitaire considéré, le nombre de cas attribuables retenu correspond à la valeur la plus élevée parmi celles obtenues pour les différents indicateurs de pollution disponibles. Elle s'interprète comme l'estimation minimale de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine dans son ensemble.

Impact à court terme

Sur l'ensemble des six agglomérations, environ 560 décès anticipés sont attribués chaque année à la pollution atmosphérique urbaine, ainsi que 280 admissions hospitalières pour causes respiratoires et un peu moins de 700 hospitalisations pour causes cardio-vasculaires chez les personnes de 65 ans et plus (tableau 4). Ces événements représentent 2,7 % des décès toutes causes et respectivement 2,8 et 2,1 % des hospitalisations pour causes respiratoires et cardio-vasculaires survenant annuellement dans les six zones d'étude.

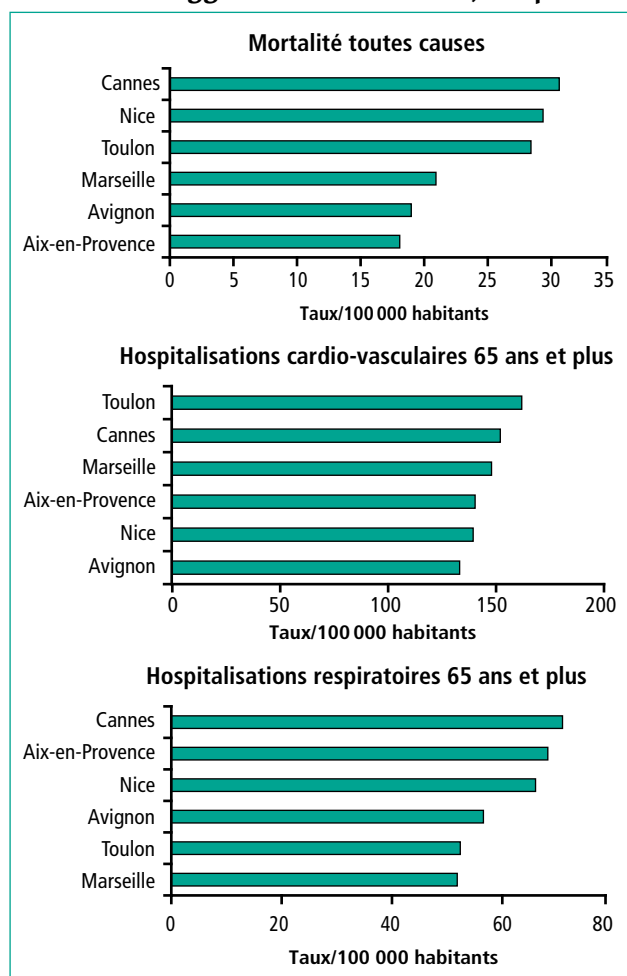
Nombres annuels d'événements attribuables à la pollution atmosphérique, et nombres annuels d'événements évitables par une réduction aux valeurs préconisées par l'OMS ou par une réduction de fond, 2004-2006

	Décès toutes causes tous âges			Hospitalisations cardio-vasculaires 65 ans et plus			Hospitalisations respiratoires 65 ans et plus		
	Impact sanitaire total	Gain scénario OMS	Gain réduction de fond	Impact sanitaire total	Gain scénario OMS	Gain réduction de fond	Impact sanitaire total	Gain scénario OMS	Gain réduction de fond
Aix-en-Provence	29	6	9	37	0	10	18	4	5
Avignon	34	6	11	40	1	11	17	3	5
Cannes	80	16	23	105	1	25	49	10	14
Marseille	200	34	64	271	5	74	95	16	31
Nice	129	29	36	133	0	35	64	15	18
Toulon	86	2	20	102	2	24	33	5	10
Total	558	93	163	688	9	179	276	53	83

Les taux annuels pour 100 000 habitants de mortalité toutes causes et d'hospitalisations cardio-respiratoires attribuables à la pollution de l'air, estimés dans chaque agglomération, sont représentés dans la figure 4.

| FIGURE 4 |

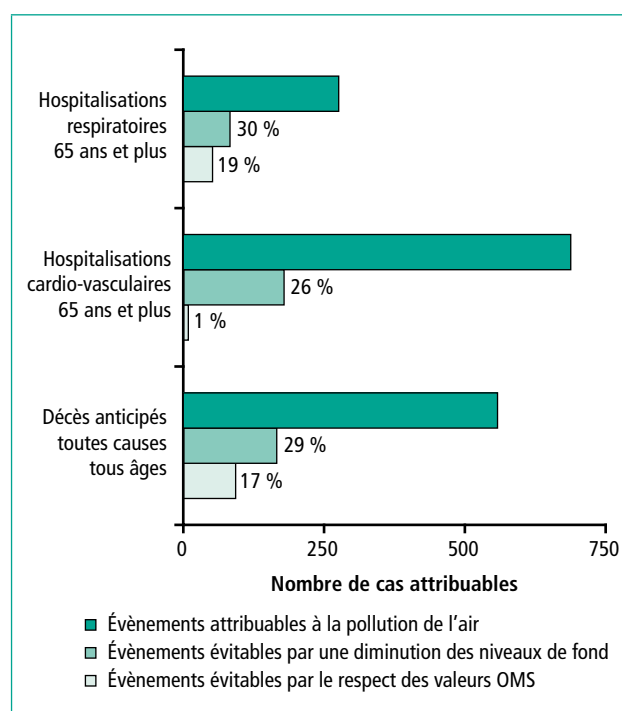
Taux annuels pour 100 000 habitants d'événements attribuables à la pollution urbaine dans les six agglomérations de Paca, 2004-2006



Concernant les événements évitables par les deux scénarios appliqués, on constate que le respect des valeurs guides de l'OMS permettrait d'éviter chaque année environ 90 décès anticipés, et respectivement une dizaine et une cinquantaine d'hospitalisations pour causes cardio-vasculaires et respiratoires. Une diminution régulière des niveaux journaliers de pollution permettrait d'éviter annuellement environ 160 décès anticipés, 180 hospitalisations pour causes cardio-vasculaires et 80 hospitalisations pour causes respiratoires. La figure 5 illustre cette différence en indiquant la proportion de décès qui pourraient être évités pour l'ensemble des six zones.

| FIGURE 5 |

Proportion des événements sanitaires évitables par les deux scénarios considérés sur l'ensemble des six agglomérations, 2004-2006



Impact à long terme

Sur l'ensemble des six zones, environ 2 500 décès anticipés toutes causes, sont attribuables chaque année à une exposition chronique aux niveaux de pollution observés (tableau 5). Si les niveaux annuels de particules dans chacune des villes respectaient les valeurs guides recommandées par l'OMS, le gain sanitaire potentiel serait de plus de 1 300 décès évités, soit un gain sanitaire d'environ 54 %. Pour une diminution de ces niveaux de 5 µg/m³, le gain sanitaire potentiel est estimé à environ 400 décès, soit un gain sanitaire d'environ 17 %.

L'effet à court terme des particules est en partie inclus dans l'effet à long terme qui est prépondérant en matière de santé publique.

| TABLEAU 5 |

Nombres annuels de décès toutes causes attribuables à une exposition chronique à la pollution particulaire, et décès évitables pour les deux scénarios de réduction de la pollution, 2004-2006

	Nombre annuel de décès toutes causes		
	Impact sanitaire total	Gain scénario OMS	Gain réduction de fond
Aix-en-Provence	124	67	22
Avignon	147	77	27
Cannes	345	188	58
Marseille	979	534	165
Nice	506	264	92
Toulon	392	223	61
Total six zones	2 493	1 353	425

QUELQUES POINTS IMPORTANTS POUR L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- Une EIS ne vise pas à démontrer que la pollution atmosphérique a des effets sur la santé, ce qui a été fait par ailleurs par des études épidémiologiques, mais à quantifier son impact sanitaire au niveau local.
- La méthode utilisée présente certaines limites, notamment dues aux indicateurs et aux incertitudes entourant les relations exposition-risque. Les résultats ne doivent donc pas être considérés comme des chiffres exacts mais plutôt comme des ordres de grandeur.
- L'estimation de l'exposition à la pollution repose sur l'hypothèse selon laquelle la moyenne journalière des valeurs enregistrées par les stations de mesure sélectionnées constitue une bonne approximation de la moyenne des expositions individuelles journalières des populations concernées. Mais, une partie de la population peut s'absenter de la zone d'étude au cours de la journée pour des raisons professionnelles ou personnelles. Cependant, la prise en compte des agglomérations dans leur ensemble et non pas seulement des villes principales limite la proportion de la population travaillant en dehors de la zone d'étude.

- Les résultats ne reflètent qu'une partie de l'impact de la pollution qui peut engendrer d'autres événements sanitaires plus bénins (maladies respiratoires aiguës, toux, allergies, crises d'asthme, irritations, etc.) qui n'ont pas été pris en compte bien qu'ils touchent une proportion beaucoup plus importante de la population.
- L'impact estimé représente celui de la pollution atmosphérique urbaine dans son ensemble, et non pas celui d'un polluant en particulier. En effet, si les polluants peuvent avoir une toxicité propre, ils sont avant tout des indicateurs d'un mélange physico-chimique complexe.

EN CONCLUSION

Cette étude a permis de quantifier l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique au niveau des six grandes agglomérations de la région Paca. La présentation des résultats sous la forme de nombre de cas attribuables est facilement compréhensible et permet la comparaison de différentes stratégies d'amélioration de la qualité de l'air en termes de réduction de risque. L'EIS constitue donc un outil d'aide à la décision pour les acteurs locaux et les résultats peuvent être utilisés dans une démarche de gestion du risque sanitaire lié à la pollution atmosphérique.

Un impact collectif important à des niveaux de pollution habituels

Cette évaluation d'impact sanitaire estime, pour l'ensemble des six grandes agglomérations de la région Paca, à près de 560 le nombre de décès anticipés attribuables aux effets à court terme de la pollution atmosphérique urbaine chaque année sur la période étudiée et à environ 1 000 hospitalisations pour causes cardio-respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus. L'impact à long terme est encore plus élevé, avec près de 2 500 décès annuels toutes causes attribuables à une exposition chronique de la population aux particules. Ainsi, si le risque associé à une exposition individuelle à la pollution est faible, l'impact collectif sur une population est élevé puisque toute la population est soumise à cette exposition.

Un renforcement de la surveillance de l'exposition aux particules fines

Les effets sanitaires des particules fines sur la mortalité et les admissions cardio-vasculaires notamment, ont été largement décrits dans la littérature internationale. D'un point de vue sanitaire, il apparaît donc important de renforcer le réseau de surveillance de la qualité de l'air pour permettre une estimation plus précise et complète de l'impact sanitaire à court et à long terme. Le renforcement de la surveillance de l'exposition de fond de la population aux particules fines de moins de 2,5 µm (PM_{2,5}) est en cours. Pour l'année 2010, sept stations sont en fonctionnement pour les six agglomérations concernées (deux à Marseille, une à Aix-en-Provence, une à Cannes, une à Cagnes-sur-Mer, une à Avignon et une à Toulon) et deux stations sont prévues sur Nice.

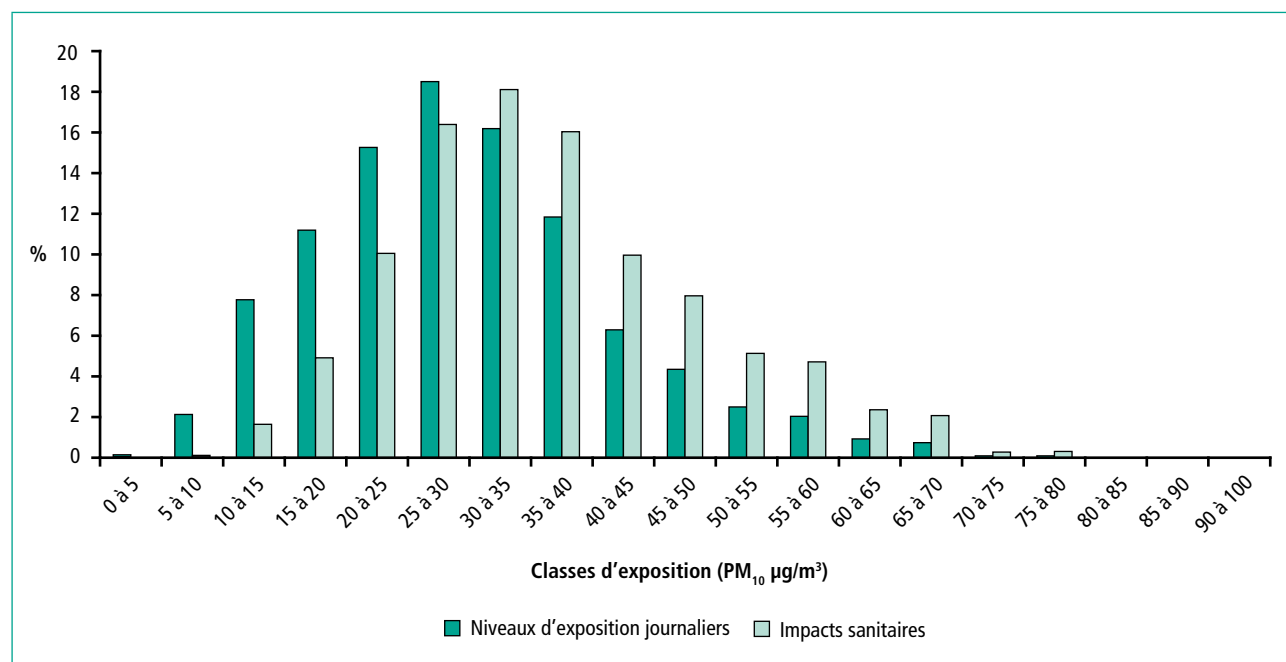
Une action possible pour améliorer la santé de la population

Les agglomérations de la région Paca sont caractérisées par des dépassements ponctuels des objectifs de qualité de l'air, fréquents pour l'ozone en période estivale. Les niveaux de particules sont aussi plus élevés que dans d'autres régions françaises mais restent souvent inférieurs à l'objectif de qualité.

Il faut noter en particulier dans notre région la présence dans les particules mesurées de poussières en provenance du Sahara et de particules d'origine terrigène ainsi qu'une contribution ponctuelle des incendies. Cette étude indique cependant que la plupart des décès ou hospitalisations attribuables à court terme à la pollution surviennent suite à une exposition à des teneurs inférieures aux objectifs de qualité pour la santé comme le montre la figure 6.

| FIGURE 6 |

Exemple de distribution des niveaux d'exposition aux PM₁₀ et des impacts sanitaires (mortalité) associés pour l'agglomération de Toulon, 2004-2006



En termes de santé publique, ces résultats montrent qu'une action est possible pour améliorer la santé de la population dans notre région, en associant les mesures visant à contrôler les niveaux dépassant les objectifs de qualité et à diminuer de façon importante et quotidienne les niveaux de fond. Un gain sanitaire conséquent ne pourra être obtenu qu'à condition de parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air tout au long de l'année. Ainsi les mesures favorisant les transports en commun et les modes doux, les diminutions

de vitesse sur certains axes fréquentés toute l'année et pas seulement lors des dépassements de normes, sont à privilégier.

En termes de communication, il est important de sensibiliser la population et les parties prenantes (décideurs, entreprises, industriels...) sur la nécessité d'agir au quotidien de manière préventive et non pas uniquement lors des épisodes de pollution.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Programme de surveillance air et santé – Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité dans neuf villes françaises. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2008. 41 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.
- [2] Programme de surveillance air et santé 9 villes. Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2006. 86 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.
- [3] Mantey K. Évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Agglomération de Toulon. Impact à court et long terme. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2004. 40 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.
- [4] Mantey K. Évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Zone d'Avignon. Impact à court et long terme. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2005. 32 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.
- [5] Renaudat C, Gourvellev G, Pascal L. Évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Agglomérations de Cannes et de Nice. Impact à court et long terme. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2007. 46 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.
- [6] Programme de surveillance air et santé. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Concepts et méthodes. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2008. 35 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.

Remerciements

La Cellule interrégionale d'épidémiologie Sud (Cire Sud) tient à remercier :

- l'Association agréée de surveillance de la qualité de l'air Atmo Paca ;
- les services de Météo France Paca ;
- le CépiDC de l'Inserm ;
- l'Agence technique de l'information médicale (ATIH) ;
- le service des systèmes d'information de l'InVS.

Contact

Laurence Pascal
Cire Sud/ARS Paca
Courriel : laurence.pascal@ars.sante.fr

Mots clés : évaluation d'impact sanitaire, pollution de l'air, particules, ozone, Provence-Alpes-Côte d'Azur

Citation suggérée :

Pascal L, Franke F, Lasalle JL, Sillam F, Genevé C, Malfait P. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans six agglomérations de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2004-2006. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 8 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>