

# Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération d'Orléans, 2008-2010

## Impact à court et à long terme

Luce Yemadje-Menudier<sup>1</sup>, Christophe Corbel<sup>2</sup>, Abderrazak Yahyaoui<sup>3</sup>, Dominique Jeannel<sup>1</sup>

1/ Cire Centre, Département de coordination des alertes et des régions (DCAR), Institut de veille sanitaire (InVS) ; 2/ Agence régionale de santé (ARS) Centre ; 3/ Association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Centre (Lig'Air)

## INTRODUCTION

De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence la relation causale entre l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine, et la morbidité et la mortalité. L'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine (EISPA) s'inscrit dans le cadre de la révision du Plan de protection de l'atmosphère (PPA). Elle suit la démarche méthodologique proposée par l'Institut de veille sanitaire (InVS)[1] et prend en compte certains polluants, traceurs de la pollution atmosphérique (PA), mesurés en routine par l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Centre (Lig'Air) sur ses stations de mesure de fond. Il s'agit de l'ozone (O<sub>3</sub>) et des particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) dont l'exposition a un impact sur la santé bien documenté dans la littérature scientifique (tableau 1). La relation causale entre l'exposition au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et son impact sanitaire ne fait pas l'objet d'un consensus scientifique ; ce polluant n'est donc pas retenu dans la nouvelle méthodologie d'évaluation d'impact sanitaire.

Cette évaluation a pour objectif d'estimer l'impact sanitaire :

- à court terme (quelques jours, semaines) en termes de mortalité non-accidentelle et d'admissions hospitalières pour causes respiratoires et cardiaques ;

- à long terme (plusieurs mois ou années) en termes de mortalité totale, mortalité cardio-vasculaire et de perte d'espérance de vie ;
- et de montrer le gain sanitaire après réduction des niveaux de la PA, afin d'orienter les décisions permettant d'améliorer la qualité de l'air en région Centre.

La période d'étude choisie couvre 6 saisons tropiques (3 périodes hivernales et 3 périodes estivales) du 1<sup>er</sup> janvier 2008 au 31 décembre 2010. Elle a été retenue pour la disponibilité des données sanitaires et des indicateurs de PA, en s'assurant que les années retenues ne soient pas singulières sur le plan climatique.

I TABLEAU 1 I

### Quelques polluants indicateurs de la qualité de l'air et leurs effets sur la santé

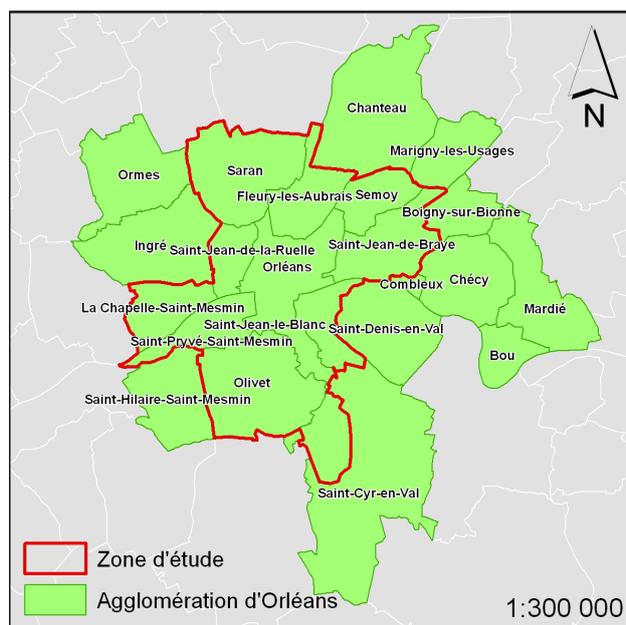
Polluants	Origines	Effets sur la santé
L'ozone (O <sub>3</sub> )	Action des ultra-violet (UV) sur l'oxygène en présence des oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) et des composés organiques volatils (COV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pénétration des voies respiratoires ;</li> <li>- irritation des muqueuses ;</li> <li>- irritation des yeux et des voies respiratoires ;</li> <li>- altération de l'appareil pulmonaire surtout chez les enfants et les personnes asthmatiques.</li> </ul>
Les particules fines PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub>	Origine naturelle ou anthropique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- altération de la fonction respiratoire ;</li> <li>- transport de composés toxiques potentiellement mutagènes et cancérigènes.</li> </ul>

## CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude ne doit pas présenter de rupture d'urbanisation. La zone d'étude retenue est donc inférieure au périmètre de l'agglomération d'Orléans. Elle comprend la commune d'Orléans et neuf communes voisines (figure 1) : Fleury-les-Aubrais, La Chapelle-Saint-Mesmin, Olivet, Saran, Semoy, Saint-Jean-de-Braye, Saint-Jean-de-la-Ruelle, Saint-Jean-le-Blanc et Saint-Pryvé-Saint-Mesmin. Elle compte environ 240 000 habitants dont la quasi-totalité des actifs (93 %) vit et travaille dans les communes de la zone d'étude. Ces paramètres permettent de faire l'hypothèse d'une exposition homogène de la population de la zone d'étude aux niveaux de pollution atmosphérique urbaine journalière mesurés.

FIGURE 1

### Carte de la zone d'étude : les communes retenues pour l'EISPA sur l'agglomération d'Orléans



## INDICATEURS D'EXPOSITION À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

L'EISPA concerne ici les  $PM_{10}$  et  $O_3$  pour l'impact sanitaire à court terme et les  $PM_{2,5}$  pour l'impact à long terme.

Les stations urbaines représentatives de l'exposition de la population générale à la pollution atmosphérique sont sélectionnées avec l'aide de l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Centre, Lig'Air. Il s'agit de quatre stations de fond situées à Marigny-les-Usages, Orléans la Source, Orléans Préfecture et Saint-Jean-de-Braye.

Pour chaque polluant, l'indicateur journalier d'exposition résulte de la moyenne arithmétique des moyennes journalières des capteurs retenus (maxima journaliers sur 8 heures pour l'ozone) (tableau 2).

TABLEAU 2

### Distribution des indicateurs d'exposition journalière de la pollution atmosphérique urbaine à Orléans, 2008-2010

	$PM_{10}$	$PM_{2,5}$	$O_3$ (année)	$O_3$ (été)
Moyenne	22	19	70	87
Écart type	11	11	26	21
Minimum	7	5	2	38
Médiane	20	16	71	84
Maximum	102	11	174	174

Pour rappel : les valeurs guide de l'OMS sont de  $10 \mu g/m^3$  pour  $PM_{2,5}$  ;  $20 \mu g/m^3$  pour  $PM_{10}$  (moyennes annuelles) et  $100 \mu g/m^3$  pour  $O_3$  (maxima sur 8 heures).

## INDICATEURS DE SANTÉ

Les données de mortalité toutes causes sauf morts violentes et accidentelles des personnes domiciliées dans l'agglomération d'Orléans ont été obtenues auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDC), par saison tropique (été = 1<sup>er</sup> avril - 30 septembre ; hiver = 1<sup>er</sup> octobre - 31 mars). Les données d'admissions hospitalières pour motifs respiratoires et cardio-vasculaires sont issues des établissements de soins ayant au moins un service de court séjour. Les données ont été extraites à partir du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) sur la base du diagnostic principal codé selon la classification internationale des maladies (CIM 10).

Les nombres annuels de décès et d'admissions hospitalières recueillis pour les personnes domiciliées dans la zone d'étude sur la période d'étude sont présentés dans le tableau 3.

TABLEAU 3

### Moyennes annuelles des décès toutes causes sauf accidentelles et des hospitalisations cardio-vasculaires et respiratoires dans l'agglomération d'Orléans, 2008-2010

Indicateurs sanitaires	Âge	Nombre
Décès	tous	1472
Hospitalisations pour motifs respiratoires	tous	1750
	65 ans et +	633
Hospitalisations pour motifs cardio-vasculaires	tous	1076
	65 ans et +	669

## RELATIONS EXPOSITION-RISQUE (E-R)

L'évaluation d'impact sanitaire (EIS) repose sur l'hypothèse que la relation E-R choisie est linéaire au niveau de la population et reste dans l'intervalle des concentrations observées dans les études originales. Les E-R retenues pour estimer l'impact sanitaire à court et à long terme de la pollution sont issues d'études épidémiologiques européennes ou américaines [2-6]. Pour les PM, ces relations sont issues d'études bâties sur des mesures intégrant la fraction volatile des particules, comme

cela est également le cas en région Centre depuis 2007. Ces relations permettent de calculer des risques relatifs traduisant l'augmentation du risque de maladie cardio-respiratoire ou de décès lorsque les concentrations dépassent les valeurs guide de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le nombre de cas attribuables à l'exposition à la PA sur la période d'étude a été calculé en appliquant ces risques relatifs aux données d'exposition sur Orléans.

## RÉSULTATS

### Impact à court terme sur la santé

L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à court terme a été estimé en termes de morbidité (admissions hospitalières pour causes respiratoires et cardiaques) et de mortalité anticipée.

Cette étude permet d'estimer que, chaque année, au moins 4 décès prématurés, 10 hospitalisations pour motifs respiratoires et 3 hospitalisations pour motifs cardiaques seraient attribuables aux particules PM<sub>10</sub> sur Orléans (tableau 4).

Concernant l'ozone, 2 décès et 2 hospitalisations pour causes respiratoires seraient attribuables chaque année aux niveaux de pollution supérieurs à 100 µg/m<sup>3</sup> sur Orléans. Les décès et hospitalisations évitables par la baisse annuelle de 5 µg/m<sup>3</sup> de l'ozone sont comparables (tableau 4).

TABLEAU 4 |

**Nombre moyen annuel de décès et d'hospitalisations attribuables à la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération d'Orléans, 2008 à 2010**

Polluants	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
	Baisse annuelle de 5 µg/m <sup>3</sup> n [IC 95%]	Baisse annuelle de 5 µg/m <sup>3</sup> n [IC 95%]
Décès	4 [3-6]	2 [1-4]
Hospitalisations respiratoires (>65 ans pour O <sub>3</sub> )	10 [5-14]	2 [0-4]
Hospitalisations cardiaques	3 [2-5]	-

### Impact à long terme sur la santé et gains sanitaires de différents scénarios de réduction de la pollution

L'impact sanitaire à long terme correspond au nombre d'événements sanitaires évitables pour une baisse des moyennes annuelles des PM<sub>2,5</sub>. Les gains sanitaires calculés sont des estimations du nombre potentiel de décès qui pourraient être évités sous des scénarios de réduction de pollution atmosphérique (tableau 5) :

- scénario 1 : réduction des niveaux annuels de PM<sub>2,5</sub> de 5 µg/m<sup>3</sup> ;
- scénario 2 : respect de l'objectif qualité OMS pour PM<sub>2,5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle).

Pour une diminution des niveaux annuels de PM<sub>2,5</sub> de 5 µg/m<sup>3</sup>, le gain sanitaire potentiel est estimé à 42 décès évités par an dont 22 pour causes cardio-vasculaires. Les concentrations en PM<sub>2,5</sub> seraient alors encore au dessus des recommandations de l'OMS.

Dans l'agglomération d'Orléans, le respect de la valeur guide préconisée par l'OMS, pour les PM<sub>2,5</sub>, permettrait d'éviter annuellement 71 décès (soit 53 décès/100 000 habitants/année) et de gagner en moyenne 8 mois d'espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans.

TABLEAU 5 |

**Gains sanitaires annuels issus de différents scénarios de réduction de la pollution atmosphérique urbaine à Orléans**

	Scénario 1		Scénario 2	
	Diminution 5 µg/m <sup>3</sup>		Respect des valeurs guide de l'OMS	
	n	IC 95%	n	IC 95%
Mortalité totale	42	[15-75]	71	[25-125]
Gain en espérance de vie (mois)	5	[2-9]	8	[3-15]
Mortalité cardio-vasculaire	22	[15-26]	36	[25-44]

## CONCLUSION

### Un impact sur la santé à long terme important

L'impact estimé est celui de la pollution atmosphérique urbaine dans sa globalité et non celui d'un polluant spécifique du fait de la complexité du mélange des polluants dans l'air.

À Orléans, le respect des recommandations de l'OMS pour la qualité de l'air permettrait de prévenir 71 décès annuels. Cela équivaut à un gain de 8 mois d'espérance de vie à l'âge de 30 ans. Cet impact est élevé malgré les niveaux modérés de pollution atmosphérique dans l'agglomération. Il est toutefois sous-estimé car seuls les événements sanitaires les plus graves (décès, hospitalisations) sont pris en compte. Les événements sanitaires plus bénins (maladies respiratoires aiguës, toux, allergies, crises d'asthme, etc.) qui peuvent être causés ou exacerbés par la pollution de l'air et qui touchent une importante proportion de la population ne sont pas pris en compte.

### Des actions pour améliorer la santé des populations

Les scénarios de réduction de la pollution atmosphérique montrent qu'il est possible de réduire significativement le risque encouru par une exposition à la pollution atmosphérique, même à des niveaux modérés, en diminuant durablement les niveaux de fond de pollution et non pas seulement les pics de pollution. Des actions de réduction d'émissions devraient être envisagées pour l'ensemble des secteurs émetteurs de pollution afin de diminuer durablement les niveaux moyens

de pollution. Le secteur des transports routiers, responsable d'émissions particulièrement localisées autour des axes à fort trafic, entraîne une surexposition des populations concernées non prise en compte dans la présente étude qui s'attache à caractériser l'exposition moyenne des habitants de la zone d'étude.

## Interprétation des résultats

Les résultats présentés donnent un ordre de grandeur de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine et ne doivent pas être interprétés comme un nombre exact d'événements attribuables à la pollution. En effet, la population est exposée à un ensemble de polluants pour lesquels aucun indicateur n'est totalement spécifique ; les événements attribuables aux polluants ne sont pas additifs. De même, les cas attribuables aux EIS à court terme et long terme ne peuvent être additionnés car les phénomènes décrits par les risques relatifs utilisés dans ces études ne sont pas totalement indépendants. Des EIS ont précédemment été réalisées sur les agglomérations d'Orléans (périodes 1998-1999 et 2002-2003) et Tours (périodes 2000-2001 et 2002-2003). Cet article présente les résultats actualisés de l'agglomération d'Orléans pour la période 2008-2010 suite à l'évolution de la méthode des EIS et à la mise en place de nouvelles méthodes de mesures de qualité de l'air, permettant de prendre en compte, depuis 2007, la fraction volatile de PM. Compte tenu de ces évolutions, ces nouveaux résultats ne sont pas comparables à ceux des EIS réalisées sur les périodes précédentes.

## Références bibliographiques

- [1] Ung A, Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C, *et al.* Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ? Guide méthodologique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 47 p.
- [2] Anderson HR, Atkinson R, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time series studies of particulate matter and ozone. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2004. 80 p. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/74731/e82792.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/74731/e82792.pdf)
- [3] Atkinson R, Anderson HR, Medina S, Iniguez C, Forsberg B, Segerstedt B, *et al.* Analysis of all-age respiratory hospital admissions and particulate air pollution within the APHEIS programme. APHEIS Health Impact Assessment of Air Pollution and Communication Strategy. Third year report ; 2005.
- [4] Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, *et al.* Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med* 2004 170(10):1080-7.
- [5] Pope CA, III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, *et al.* Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002 287(9):1132-41.
- [6] Pope CA, III, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, *et al.* Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 2004 109(1):71-7.

### Pour en savoir plus

- Site de l'InVS, dossier Pollution de l'air et santé : <http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/default.htm>
- Site du projet européen Aphekom : <http://www.aphekom.org>
- Site de l'association Lig'Air : <http://www.ligair.fr/>
- Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde de soufre et dioxyde d'azote, mise à jour 2005, disponible ici : [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_fre.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_fre.pdf)
- Cire Centre – ARS du Centre – 131 rue du faubourg Bannier – BP74409 – 45044 Orléans Cedex 1  
Tel : 02 38 77 47 81 – Fax : 02 38 77 47 41 – E-mail : [ARS-CENTRE-CIRE@ars.sante.fr](mailto:ARS-CENTRE-CIRE@ars.sante.fr)

### Remerciements

Patrice Colin (Lig'Air), Maurice Colliez et Olivier Forêt (Agence régionale de santé (ARS), Centre), Aymeric Ung, Mathilde Pascal et Magali Corso (Département santé environnement (DSE), InVS)

**Mots clés** : Orléans, impact sanitaire, ozone, particules en suspension, pollution atmosphérique, qualité de l'air

### Citation suggérée :

Yemadje-Menudier L, Corbel C, Yahyaoui A, Jeannel D. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération d'Orléans, 2008-2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2013. 4 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>