

# Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Tours, 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)

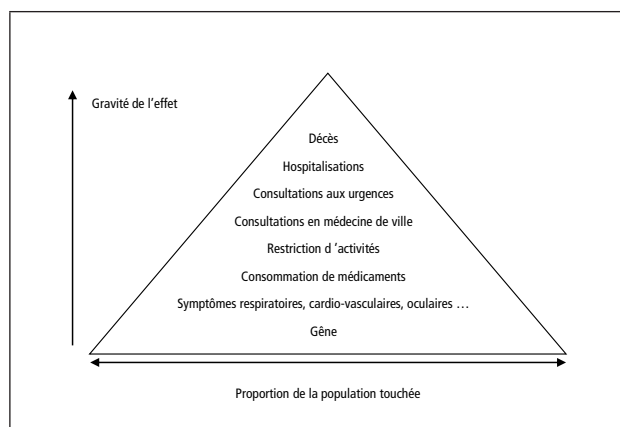
### INTRODUCTION

La relation causale entre l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine, et la morbidité et la mortalité est désormais avérée par de nombreuses études épidémiologiques [1-5]. On distingue deux types d'effets sanitaires de la pollution atmosphérique (PA) : les effets à court terme et les effets à long terme. Les premiers regroupent les manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant quelques jours ou semaines suite aux variations journalières des niveaux ambiants de la PA pouvant conduire à une augmentation du nombre d'hospitalisations ou des passages aux urgences pour causes respiratoires et cardio-vasculaires. Les effets à long terme, quant à eux, surviennent après une exposition de plusieurs mois ou années à la PA qui peut conduire à des décès, notamment pour cause cardio-vasculaire ainsi que par cancer du poumon, liés aux particules fines de diamètre inférieur à  $2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ). L'exposition à la PA peut également engendrer d'autres événements de santé plus bénins (toux, allergies, crises d'asthme, irritations, etc.) mais qui touchent une proportion importante de la population (figure 1).

L'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine (EISPA) dans l'agglomération de Tours s'inscrit dans le cadre de la révision du plan de protection de l'atmosphère (PPA) de l'agglomération tourangelle. Elle suit la démarche méthodologique proposée par l'Institut de veille sanitaire (InVS) [6]. Elle prend en compte certains polluants, traceurs

I FIGURE 1 I

### Pyramide des effets de la pollution atmosphérique sur la santé



Source : InVS - Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine - Concepts et méthodes

de la 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. L'exposition à ces polluants à savoir l'ozone ( $\text{O}_3$ ) et les particules fines ( $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$ ) a un impact sur la santé bien documenté dans la littérature scientifique (tableau 1).

I TABLEAU 1 I

### Polluants indicateurs de la qualité de l'air et mesurés en routine en région Centre

Polluants	Origines	Effets sur la santé
Le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )	Automobile (60 %), Installation de combustion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irritation des muqueuses, des yeux et des voies respiratoires ;</li> <li>- altération de la fonction respiratoire ;</li> <li>- hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique.</li> </ul>
L'ozone ( $\text{O}_3$ )	Action des ultra-violets (UV) sur l'oxygène en présence des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) 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 $\text{PM}_{10}$ et $\text{PM}_{2,5}$	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>

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 pas retenu dans la nouvelle méthodologie d'évaluation d'impact sanitaire. Cependant, l'intégration de ce polluant dans les évaluations d'impact sanitaires pourrait être examinée dans des études futures [7].

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

- à court terme en termes de mortalité totale non-accidentelle et d'admissions hospitalières pour causes respiratoires et cardiaques ;
- à long terme en termes de mortalité totale non-accidentelle, mortalité cardio-vasculaire et de perte d'espérance de vie ;
- et de montrer le gain sur la santé qui pourrait résulter d'une réduction des niveaux de la PA, afin d'orienter les décisions permettant d'améliorer la qualité de l'air en région Centre.

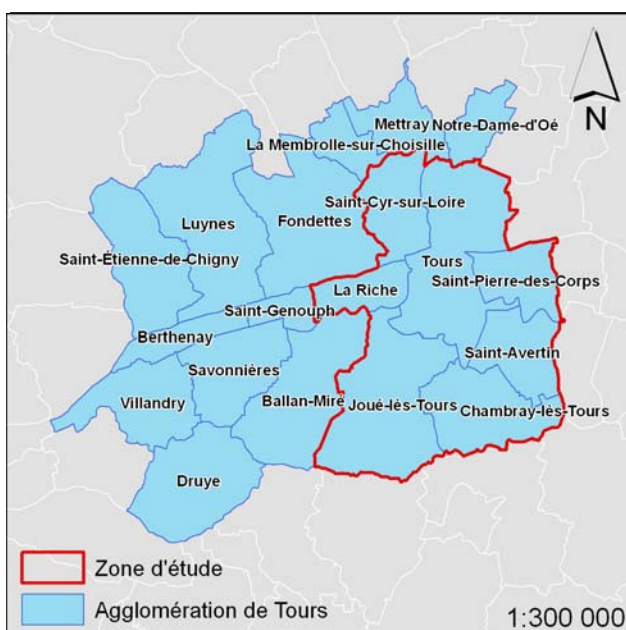
## CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

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.

La zone d'étude ne doit pas présenter de rupture d'urbanisation. La zone d'étude retenue est inférieure au périmètre de l'agglomération de Tours. Elle comprend 7 communes dans l'agglomération tourangelle (figure 2) : Chambray-les-Tours, Joué-les-Tours, La Riche, Saint-Avertin, Saint-Cyr-sur-Loire, Saint-Pierre-des-Corps et Tours. La zone d'étude compte environ 242 000 habitants et l'analyse des déplacements domicile-travail montre que la quasi-totalité des actifs vit et travaille dans les communes de la zone d'étude. Ces paramètres permettent de faire l'hypothèse d'une exposition homogène des populations de la zone d'étude à des niveaux de pollution atmosphérique urbaine journalière.

FIGURE 2 I

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



## INDICATEURS D'EXPOSITION À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

L'EISPA concerne ici les PM<sub>10</sub> et l'O<sub>3</sub> pour l'impact sanitaire à court terme et les PM<sub>2,5</sub> 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 Lig'Air. Il s'agit de deux stations de mesure de fond situées à La Bruyère et Joué-les-Tours. Pour chaque polluant, l'indicateur journalier d'exposition est calculé par la moyenne arithmétique des moyennes journalières des capteurs retenus (maxima des moyennes sur 8 heures pour l'ozone) (tableau 2).

TABLEAU 2 I

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

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub> (année)	O <sub>3</sub> (été)
Moyenne	24	18	70	86
Écart type	11	12	25	19
Minimum	9	3	8	36
Médiane	21	15	70	83
Maximum	108	116	169	169

Pour rappel, les valeurs guides de l'OMS sont :

- 10 µg/m<sup>3</sup> pour PM<sub>2,5</sub> (moyenne annuelle)
- 20 µg/m<sup>3</sup> pour PM<sub>10</sub> (moyenne annuelle) et
- 100 µg/m<sup>3</sup> pour l'O<sub>3</sub> (maxima des moyennes sur 8 heures)

## INDICATEURS DE SANTÉ

Les données de mortalité toutes causes sauf causes violentes et accidentelles concernant les personnes domiciliées dans l'agglomération de Tours 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 I

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

Indicateurs sanitaires	Âge	Nombre
Décès	tous	1799
Hospitalisations pour motifs respiratoires	tous	1611
	65 ans et +	692
Hospitalisations pour motifs cardio-vasculaires	tous	1685

## RELATIONS EXPOSITION-RISQUE (E-R)

L'évaluation de l'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 [1-5]. Pour les PM, ces relations sont issues d'études bâties sur des mesures intégrant la fraction volatile des particules, comme c'est 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 guides de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le nombre de cas attribuables à l'exposition à la PA sur la période d'étude, 2008-2010, a été calculé en appliquant ces risques relatifs aux données d'exposition sur Tours.

## RÉSULTATS

### Impact à court terme sur la santé

L'impact de la pollution atmosphérique à court terme sur la santé 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 5 décès prématurés, 9 hospitalisations pour motifs respiratoires et 5 hospitalisations pour motifs cardiaques seraient attribuables aux particules PM<sub>10</sub> sur Tours (tableau 4).

Concernant l'ozone, la suppression des niveaux de pollution supérieurs à 100 µg/m<sup>3</sup> à Tours n'aboutit pas à une réduction du nombre de décès ou d'hospitalisations attribuables à l'exposition à la PA. Les décès évitables par la baisse annuelle de 5 µg/m<sup>3</sup> des niveaux d'O<sub>3</sub> sont de l'ordre de 2 à 5 (tableau 4).

TABLEAU 4 |

**Nombres moyens annuels de décès et d'hospitalisations attribuables à la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération Tours, 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	5 [4-7]	3 [2-5]
Hospitalisations respiratoires (>65 ans pour O3)	9 [5-13]	2 [0-4]
Hospitalisations cardiaques	5 [3-8]	-

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

L'impact à long terme sur la santé correspond au nombre de décès évitables pour une baisse des moyennes annuelles des PM<sub>2,5</sub>. Les gains sanitaires calculés sont des estimations des nombres potentiels 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 de l'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 49 décès évités par année 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 de Tours, le respect de la valeur guide préconisée par l'OMS, pour les PM<sub>2,5</sub>, permettrait d'éviter annuellement 83 décès (soit 58 décès/100 000 habitants/année) et de gagner entre 3 et 15 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 Tours**

	Scénario 1		Scénario 2	
	Diminution 5 µg/m <sup>3</sup>	Respect des valeurs guide de l'OMS	Respect des valeurs guide de l'OMS	Respect des valeurs guide de l'OMS
	n	IC 95%	n	IC 95%
Mortalité totale	49	[17-87]	83	[29-145]
Mortalité totale pour 100 000 habitants	34	[12-61]	58	[20-101]
Gain en espérance de vie à 30 ans (en mois)	5	[2-9]	8	[3-15]
Mortalité cardio-vasculaire	23	[16-28]	37	[26-46]
Mortalité cardio-vasculaire pour 100 000 habitants	16	[11-19]	26	[18-32]

## 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 Tours, le respect des recommandations de l'OMS pour la qualité de l'air permettrait de prévenir chaque année 83 décès ; c'est quasiment deux fois plus que le nombre de décès par accidents de transport dans tout le département d'Indre-et-Loire (45 décès en 2010). Cela équivaut à un gain moyen de 8 mois d'espérance de vie à l'âge de 30 ans. Cet impact sur la santé, quoiqu'élevé pour les niveaux de pollution atmosphérique modérés observés à Tours, reste sous-estimé car seuls les événements de santé les plus graves (décès, hospitalisations) sont 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. Un bénéfice sanitaire substantiel pourrait résulter de la mise en place de politiques publiques visant à améliorer la qualité de l'air sur l'agglomération tourangelle. 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 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 évaluations d'impact de la pollution atmosphérique ont précédemment été réalisées sur l'agglomération de Tours (périodes 2000-2001 et 2002-2003). Cet article présente les résultats actualisés de l'agglomération de Tours pour la période 2008 à 2010, suite à l'évolution de la méthode des EIS et à la mise en place de nouvelles méthodes de mesure de qualité de l'air, permettant de prendre en compte depuis 2007 la fraction volatile des PM. Compte tenu de ces évolutions, les nouveaux résultats présentés dans ce document ne sont pas comparables aux évaluations d'impacts sanitaires réalisées sur les périodes antérieures.

## Références bibliographiques

- [1] 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)
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Pascal M, Corso M, Ung A, Declercq C, Medina S. Guidelines for assessing the health impacts of air pollution in European cities - Deliverable D5. 2011. Paris: Aphekom.

### 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** : Tours, 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 de Tours, 2008-2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2013. 4 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>