

[Page 2 | Les intoxications au monoxyde de carbone déclarées en région Centre en 2011 |](#)

[Page 6 | Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique \(EISPA\) urbaine dans les agglomérations d'Orléans et de Tours |](#)

| Editorial |

Dominique Jeannel, responsable Cire Centre

Ce premier Bulletin de veille sanitaire édité par la Cire Centre en 2014 a pour thème général la qualité de l'air intérieur et extérieur, et traite de deux problématiques majeures en terme de risques sanitaires et de politique de prévention dans notre région. Le premier article porte sur la surveillance en 2011 de l'impact sanitaire d'un risque saisonnier affectant l'air intérieur, les intoxications au monoxyde de carbone (CO). Le deuxième article concerne la qualité de l'air extérieur en milieu urbain, avec l'évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la période 2008-2010 dans les agglomérations d'Orléans et de Tours.

La lutte contre les intoxications oxycarbonées est apparue prioritaire en 2004 dans le plan national santé-environnement et la loi de santé publique se traduisant par le renforcement de la prévention et de la réglementation ainsi que par la mise en place d'un système de surveillance. Depuis 2005, les intoxications au CO font l'objet d'une surveillance coordonnée par l'Institut de veille sanitaire (InVS), laquelle repose sur une organisation régionale de recueil des signalements et sur la réalisation d'enquêtes médicales et environnementales. En dépit des campagnes d'information réalisées avant chaque saison de chauffe pour prévenir la survenue des intoxications, le nombre annuel des intoxications enregistrées par le système national de surveillance demeure élevé, supérieur à un millier d'affaires. Néanmoins, la mortalité par intoxication oxycarbonée, évaluée dans le cadre du suivi des objectifs de la loi de santé publique, a diminué de 15 % (taux de mortalité standardisé sur l'âge et le sexe entre la période 2000-2003 et 2004-2008) se stabilisant en dessous d'une centaine de décès par an. Dans notre région, les intoxications au CO suivent les tendances nationales, se situant entre 50 et 60 affaires par an, majoritairement au domicile, avec environ 150 personnes intoxiquées, dont une sur quatre gravement. La diminution observée en 2011 serait davantage attribuable aux conditions météorologiques favorables qu'à un impact des campagnes de prévention, aussi est-il nécessaire de maintenir les efforts d'informations et de prévention dans la population.

L'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine (EISPA) s'inscrit dans le cadre de la révision des Plans de protection de l'atmosphère (PPA). Une EISPA doit être réalisée tous les 5 ans pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants selon la méthodologie développée par le Département santé environnement de l'InVS qui s'appuie sur les travaux nationaux et internationaux d'estimation des relations risque exposition. L'EISPA est effectuée pour une agglomération à partir des données de concentration de polluants dans l'air mesurées pour chaque région par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Dans notre région, ces données ont été fournies par Lig'Air sur ses stations de mesure de fond. Il s'agit de l'ozone (O₃) et des particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5}) dont l'exposition a un impact sur la santé bien documenté dans la littérature scientifique. La Cire Centre a évalué l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations d'Orléans et de Tours en termes de mortalité et d'hospitalisations pour motifs respiratoires et cardiovasculaires.

Les résultats montrent que les niveaux de pollution actuellement observés dans les agglomérations d'Orléans et de Tours ont un impact notable sur la santé des habitants. Ils confirment que les efforts dans la mise en œuvre de politiques publiques d'amélioration de la qualité de l'air doivent être poursuivis. Les résultats confirment également que les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont liés à la pollution de fond, de tous les jours, en l'absence même des pics de pollution.

Dans la région Centre, l'évaluation réalisée sur les deux principales agglomérations montre la persistance d'un impact sanitaire notable de la pollution de l'air. La diminution des niveaux de particules fines dans l'air entraînerait un bénéfice sanitaire conséquent et une augmentation de l'espérance de vie. Ces résultats sont par ailleurs comparables à ceux des grandes villes françaises étudiées dans le projet Aphekom. Une révision de la directive européenne sur la qualité de l'air est en cours de discussion afin d'aboutir à une réglementation plus protectrice pour la santé de la population.

Le prochain BVS thématique traitera des épidémies hivernales en 2012, avec les résultats de deux systèmes de surveillance régionalisés : les infections respiratoires aiguës et les gastro-entérites aiguës en EHPAD d'une part, les gripes graves d'autre part.

Les intoxications au monoxyde de carbone déclarées en région Centre en 2011

Mathieu Rivière (1), Elisabeth Kouvtanovitch (1), Christophe Corbel (2), Annaïg Helleu (2)

(1) Cire Centre, (2) ARS Centre

I CONTEXTE I

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz inodore, incolore et non irritant. En France, en 2011 plus d'un millier d'intoxications au monoxyde de carbone causant une centaine de décès ont été déclarés. Le CO est produit lors de combustion incomplète de matière carbonée, (gaz naturel, bois, charbon, butane, essence, fioul, pétrole, propane), par exemple, lors du mauvais fonctionnement d'appareils de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire.

Pour renforcer la lutte contre les intoxications au CO un dispositif de surveillance a été mis en place sur l'ensemble du territoire métropolitain en 2005 (loi de santé publique du 9 août 2004). Ce dispositif a pour objectif de collecter les données relatives aux circonstances de survenue des intoxications au CO et leur gravité pour adapter la réglementation et la prévention aux situations les plus courantes ou les plus graves pouvant faire l'objet d'une stratégie de lutte contre les intoxications au CO. Il permet aussi à moyen terme d'apprécier l'impact de la politique de santé publique en la matière.

Les objectifs spécifiques du dispositif sont donc :

- **alerter** sur les situations d'intoxications au CO, afin de prendre les mesures de gestion du risque immédiates en soustrayant les personnes exposées de la (ou les) source(s) à l'origine des émanations de CO et de prévenir les récurrences par la réalisation d'enquête technique sur les lieux de l'intoxication et, le cas échéant, la prescription de travaux ;
- **décrire** la répartition spatio-temporelle des intoxications au CO, les circonstances de survenue de ces intoxications et leurs facteurs de risque. Cette description permet notamment de définir le contenu des messages de prévention et les périodes propices à une communication pertinente ;

- **évaluer** l'efficacité générale de la politique de prévention, en suivant l'évolution spatio-temporelle des intoxications au CO déclarées au système de surveillance.

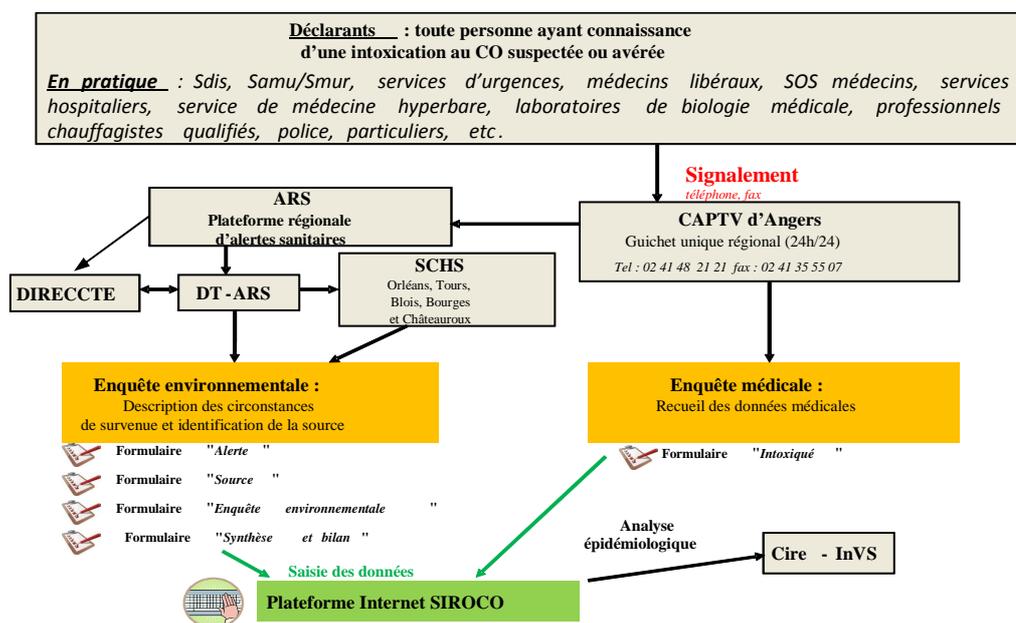
Ce dispositif s'applique à toutes les intoxications au CO, suspectées ou avérées, survenues de manière accidentelle ou volontaire (tentative de suicide) dans l'habitat, dans un local à usage collectif (ERP), en milieu professionnel ou en lien avec un engin à moteur thermique (dont véhicule) en dehors du logement.

En 2008, les intoxications au CO liées à un incendie ont été exclues, par circulaire interministérielle, du domaine d'application du système de surveillance parce que les incendies relèvent d'une stratégie de prévention propre qui nécessite un dispositif de surveillance spécifique.

En région Centre, le Centre Anti-Poison (CAP) d'Angers a en charge la réception de l'alerte. En cas d'intoxication avérée ou suspectée, les déclarants alertent le CAP, lequel transmet le signalement à la plateforme régionale d'alertes sanitaires de l'Agence Régionale de Santé qui le transfère au service santé environnement de la délégation territoriale concernée (DT-ARS). Si l'intoxication survient sur le territoire d'un service communal d'hygiène et de santé (SCHS), la DT transmet le signalement au SCHS pour la réalisation d'une enquête environnementale. Le CAP réalise une enquête médicale pour déterminer si les personnes exposées sont effectivement intoxiquées. La cellule de l'InVS en région (CIRE) réalise l'analyse épidémiologique des données relatives aux signalements validés pour la région centre (figure 1).

Figure 1

Organisation du suivi des intoxications au CO en région Centre



1/ DEFINITION DES INTOXIQUES

Les cas retenus pour l'analyse ont été les personnes intoxiquées répondant aux critères définis dans la circulaire interministérielle n°DGS\7C\2004\540 du 16 novembre 2004 [1]. Cette définition est basée sur une combinaison de critères médicaux (signes cliniques et imprégnation au CO) et environnementaux (estimation du CO atmosphérique, identification de la source). Une intoxication au CO peut concerner plusieurs personnes intoxiquées. Seules les intoxications avérées ont

été retenues pour les analyses, c'est-à-dire celles impliquant au moins une personne intoxiquée.

2/ ANALYSE DES DONNEES

L'exploitation des données a été réalisée pour une année civile. Après validation, les données ont été extraites de l'application de surveillance de l'InVS (SIROCO) pour la période du 1er janvier au 31 décembre 2011. Les données ont été analysées avec Stata 12®.

I RESULTATS I

1/ CARACTERISTIQUES DES INTOXICATIONS

En 2011, 50 épisodes d'intoxications au monoxyde de carbone ont été déclarées au système de surveillance en région Centre. Tous les départements de la région ont été concernés par des intoxications. Le Loiret et le Cher représentent plus de 50% des intoxications déclarées dans la région.

L'analyse épidémiologique a porté sur 49 épisodes d'intoxications (1 intoxication n'a pas été confirmée) impliquant 143 personnes dont 117 (81,8%) lors d'intoxications au CO accidentelles dans l'habitat, 14 (9,8%) en milieu professionnel, 7 (4,9%) en ERP et 4 lors de tentative de suicide (2,8%). Le nombre moyen d'intoxiqués était de 3,3 par épisode d'intoxications survenues dans l'habitat et de 2 par épisode d'intoxications en milieu professionnel. Par rapport à l'année

2010, on note une diminution de plus de 22% du nombre d'intoxications (60 vs 49). La majorité des épisodes d'intoxications sont survenues dans l'habitat (73%) et sur le lieu de travail (16%). On note également une forte disparité suivant le département (Tableau 1).

En 2011, les intoxications sont survenues toute l'année avec une prépondérance pendant la période de chauffe (octobre à mars), plus de 73% des intoxications ont eu lieu pendant cette période avec des pics pour les mois de janvier, février et décembre (figure 2). En raison de conditions météorologiques favorables le nombre d'intoxications au CO a été faible pour les mois d'octobre et novembre.

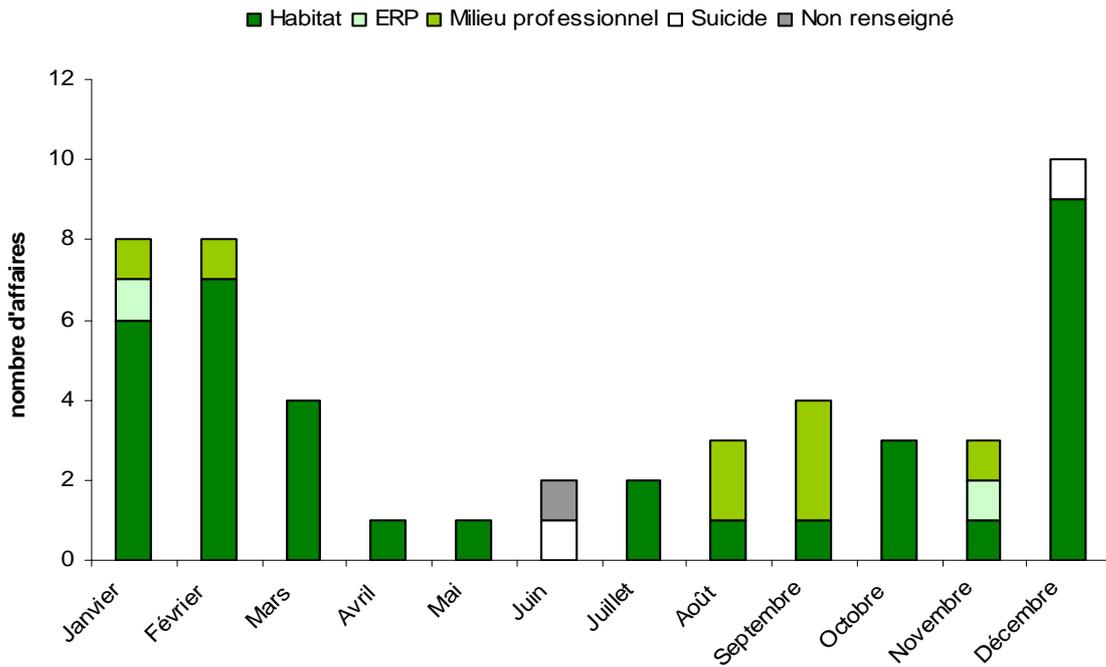
Tableau 1

Répartition des intoxiqués et des intoxications accidentelles au CO par département, Centre, 2011

Département	Nombre d'intoxiqués	Nombre d'affaires				Total
		Habitat	ERP	Milieu professionnel	Suicide	
18	25	10	0	1	0	11
28	33	8	0	1	0	9
36	19	6	1	0	0	7
37	6	1	0	4	0	5
41	8	3	0	0	0	3
45	52	9	1	2	2	14
Centre	143	37	2	8	2	49

Figure 2 |

Répartition des intoxications accidentelles au CO par lieu et par mois de survenue, Centre, 2011



1.1 Intoxications domestiques accidentelles

En 2011, 36 affaires concernant des intoxications au monoxyde de carbone dans l'habitat impliquant 117 personnes, dont 40 hospitalisées, ont été déclarées en région Centre.

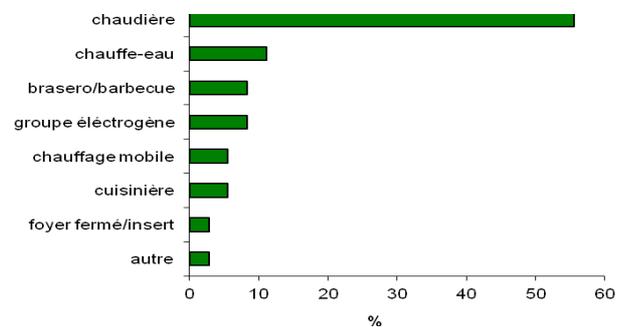
Pour 61 % des événements, les habitats concernés étaient des maisons individuelles (principalement occupées par les propriétaires), 19% des appartements et 14% des maisons mitoyennes. Une intoxication est survenue dans un camping car.

Une enquête environnementale a été réalisée pour 32 intoxications (89%) dont 22 avec déplacement des enquêteurs et 10 par téléphone. La source a pu être identifiée pour l'ensemble des intoxications survenues de manière accidentelle dans l'habitat. Les principaux appareils mis en cause étaient les chaudières (56%), les chauffe-eau (11%) puis les brase-ro/barbecues et les groupes électrogènes (8%) (figure 3). Les combustibles majoritairement utilisés étaient le gaz de ville, en cause pour 36,7% des intoxications renseignées, et le gaz en bouteille (23,3%).

Pour plus de 94% des intoxications dans l'habitat, un facteur favorisant a pu être identifié. Il s'agissait essentiellement d'anomalies au niveau du conduit d'évacuation (55%) (absence de raccordement, conduit de raccordement déboité, bouché ou conduit d'évacuation des gaz absent) ou d'un défaut d'aération (52%) (entrée ou sortie d'air absente, obstruée ou anomalie de la ventilation) Il est à noter que 9 intoxications domestiques accidentelles sont survenues lors de conditions météorologiques particulières (grand froid ; vents violents ; redoux).

Figure 3 |

Répartition des sources identifiées ou suspectées dans l'habitat par type de combustible (n=36), Centre, 2011



1.2 Intoxications dans un ERP

Au cours de l'année 2011, deux intoxications dans un ERP ont été déclarées au système de surveillance. Une est survenue dans un bureau de poste en raison du déboitement du tuyau d'évacuation des gaz de la chaudière. L'autre, impliquant 3 personnes intoxiquées, est survenue dans une salle commune avec une cuisine. Le piano de cuisson à gaz défectueux était la cause de cette intoxication.

1.3 Intoxications en milieu professionnel

En région Centre, 8 intoxications, impliquant 16 personnes, sont survenues dans le milieu professionnel. Plus de 87% étaient liées à l'utilisation d'un engin de chantier à moteur thermique (n=5) ou d'un groupe électrogène (n=3) dans un espace clos. Une intoxication était liée à un véhicule en fonctionnement dans un garage.

2/ CARACTERISTIQUES DES INTOXIQUES

En 2011, il y a eu autant de femmes intoxiquées que d'hommes. L'âge médian des intoxiqués était de 36 ans et variait entre 2 et 92 ans.

Toutes les classes d'âge ont été concernées par les intoxications, avec une légère prépondérance pour les adultes de 45 à 64 ans (30%).

Plus de 68% des personnes intoxiquées ont présenté au moins un signe clinique.

Les signes les plus souvent signalés étaient les céphalées (51%), les vertiges (22%), les nausées (20%) et la perte de conscience (16%). Selon les informations recueillies au moment du signalement, 98 (69%) personnes ont été transportées dans des services d'urgences hospitalières dont 50 (35%) ont été hospitalisées. De plus, 95 (66%) personnes intoxiquées ont reçu un traitement par oxygénothérapie dont 18 (13%) par oxygénothérapie hyperbare.

En 2011, 39% des intoxiqués avaient un stade de gravité compris entre 1 et 2 et 17% un stade de gravité entre 3 et 4 (tableau 2). Deux décès par intoxication au CO sont à déplorer en 2011.

Tableau 2
Stades de gravité des intoxications au monoxyde de carbone
Stades de gravité
0. Pas de symptômes.
1. Inconfort, fatigue, céphalées.
2. Signes généraux aigus (nausées, vomissements, vertige, malaise, asthénie intense) à l'exclusion des signes neurologiques ou cardiologiques
3. Perte de conscience transitoire spontanément réversible ou signes neurologiques ou cardiologiques n'ayant pas de critères de gravité du niveau 4.
4. Signes neurologiques (convulsions ou coma) ou cardiovasculaires (arythmie ventriculaire, œdème pulmonaire, infarctus du myocarde, choc, acidose sévère).
5. Décès.

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les structures déclarantes qui permettent l'efficacité de ce système de surveillance, notamment : Service départemental d'incendie et de secours (SDIS), service d'aide médicale urgente et service mobile d'urgence et de réanimation (SAMU/SMUR), services d'urgences, SOS médecins, services hospitaliers, médecins libéraux, service de médecine hyperbare.

Ainsi que les services santé-environnement des délégations territoriales de l'Agence régionale de santé du Centre, les services communaux d'hygiène et de santé des villes d'Orléans, Tours, Blois, Châteauroux et Bourges et le Centre antipoison et de toxicovigilance du CHU d'Angers et Agnès Verrier du département santé environnement de l'INVS.

3/ SYSTEME DE SURVEILLANCE : DECLARANTS ET REACTIVITE DE LA DECLARATION

En 2011, les intoxications au CO ont été rapidement portées à la connaissance des autorités sanitaires. Le délai médian de signalement quels que soient le lieu et les circonstances de survenue des intoxications au CO a été inférieur à 24h.

Les pompiers constituent la principale source de déclarants (60%) puis les urgences hospitalières (15%) et les Samu/Smur (11%). A noter qu'en 2011, une affaire a été signalée par des particuliers.

I Discussion I

En 2011, le nombre d'intoxication au CO a été en diminution par rapport aux années précédentes. En effet au niveau national le nombre d'intoxications observées était respectivement de 1460 en 2009, 1464 en 2010 et 1088 en 2011. Au niveau régional cette tendance est retrouvée avec respectivement 55, 60 et 49 intoxications en 2009, 2010 et 2011. Cette diminution est en partie due aux conditions météorologiques favorables (absence de phénomène météorologique extrême) et l'arrivée tardive de l'hiver 2011.

Évaluation de l'impact sanitaire à court et long terme de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations d'Orléans et de Tours, 2008-2010

Luce Menudier¹, Christophe Corbel², Abderrazak Yahyaoui³, Dominique Jeannel¹

1/ Cire Centre, Département de coordination des alertes et de régions (DCAR), Institut de veille sanitaire (InVS)

2/ Agence régionale de santé (ARS) Centre ; 3/ Lig'Air Centre

I POURQUOI UNE EVALUATION D'IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ? I

L'air est composé à 99% de gaz dioxygène (O₂) et diazote (N₂), et parfois d'un mélange complexe de composés, d'origines naturelles ou anthropiques, émis directement par les différentes sources de pollution ou formés secondairement lors de réactions chimiques dans l'atmosphère. Ces composés sont regroupés sous le terme de polluants atmosphériques. Quelques polluants considérés comme des indicateurs du niveau global de pollution (dioxyde d'azote, ozone, particules de taille inférieure à 10 et 2,5 micromètres respectivement nommés PM₁₀ et PM_{2,5}) sont surveillés en routine par les associations de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa).

Les polluants atmosphériques peuvent avoir des effets sur la santé (tableau 1). Leur contribution dans la morbidité et la mortalité au sein de la population est maintenant admise [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 effets à court terme 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 surviennent après une exposition de plusieurs mois ou années à la PA qui peut conduire à des décès pour cause cardio-vasculaire, par cancer du poumon liés aux particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM_{2,5}).

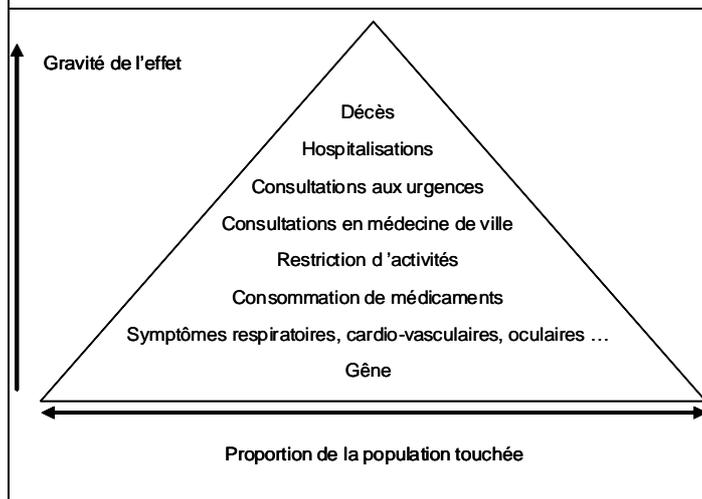
L'exposition à la PA peut également engendrer d'autres événements de santé (toux, allergies, crises d'asthme, irritations, etc.), certes plus bénins mais qui touchent une proportion importante de la population (figure 1).

D'un point de vue réglementaire, l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) doit être réalisée dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants afin d'estimer

les gains sanitaires de différents scénarios d'amélioration de la qualité de l'air. Elle s'inscrit dans l'élaboration ou la révision des plans de protection de l'atmosphère (PPA) des agglomérations. En région Centre cette évaluation a été réalisée pour les deux agglomérations de plus de 100 000 habitants (Tours et Orléans) sur la période 2008-2010.

Figure 1 |

Pyramide des effets aigus de la pollution atmosphérique sur la santé



Source : InVS 2007- Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine - concepts et méthodes

Tableau 1 |

Quelques polluants indicateurs de la qualité de l'air et mesurés en routine en région Centre

POLLUANT	ORIGINE	EFFETS SUR LA SANTÉ
Le dioxyde d'azote (NO ₂)	Automobile (60%) Installation de combustion	- irritation des muqueuses, des yeux et des voies respiratoires; - altération de la fonction respiratoire; - hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique.
L'ozone (O ₃)	Action des ultra-violetts (UV) sur l'oxygène en présence des oxydes d'azote (NOx) et des composés organiques volatils (COV)	- pénétration des voies respiratoires; - irritation des muqueuses ; - irritation des yeux et des voies respiratoires; - altération de l'appareil pulmonaire surtout chez les enfants et les personnes asthmatiques.
Les particules PM ₁₀ et PM _{2,5}	Origine naturelle ou anthropique	- altération de la fonction respiratoire; - transport de composés toxiques potentiellement mutagènes et cancérogènes.

I METHODOLOGIE I

Les évaluations d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans les agglomérations de Tours et d'Orléans sont conduites selon la méthodologie proposée par l'Institut de veille sanitaire (InVS) [6]. Elles prennent en compte certains polluants, traceurs 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.

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.

1/ CHOIX DE LA PERIODE D'ETUDE

La disponibilité des données sanitaires et des données de pollution a guidé le choix de la période d'étude en s'assurant que celle-ci ne soit pas différente des années précédentes sur le plan climatique.

La période du 1er janvier 2008 au 31 décembre 2010 a été retenue ; elle couvre six saisons tropiques (été = 1er avril - 30 septembre; hiver = 1er octobre - 31 mars).

2/ INDICATEURS DE POLLUTION ET INDICATEURS DE SANTE

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. La relation causale entre l'exposition au dioxyde d'azote (NO_2) 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].

Les données environnementales ont été fournies par Lig'Air. À partir des données de mesures horaires obtenues par les stations de mesure, des indicateurs ont été construits, permettant de disposer, pour chaque polluant étudié, d'une valeur moyenne quotidienne (moyenne des valeurs journalières pour les PM, moyenne des maxima des moyennes glissantes sur 8h pour l' O_3).

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

- $10 \mu g/m^3$ pour $PM_{2,5}$ (moyenne annuelle)
- $20 \mu g/m^3$ pour PM_{10} (moyenne annuelle) et
- $100 \mu g/m^3$ pour l' O_3 (maxima des moyennes sur 8 heures)

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. 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).

3/ RELATIONS EXPOSITION-RISQUE (E-R)

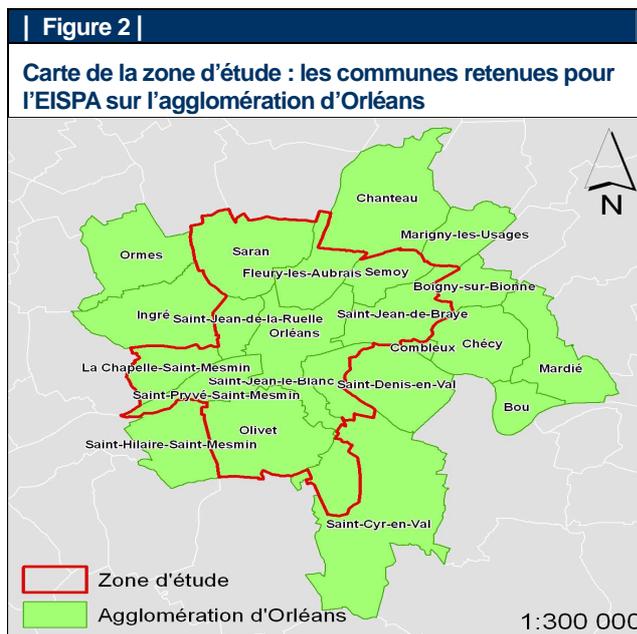
L'évaluation d'impact sanitaire (EIS) repose sur l'hypothèse que la relation E-R choisie est linéaire au niveau de la population et reste dans l'intervalle des concentrations observées dans les études originales. Les E-R retenues pour estimer l'impact sanitaire à court et à long terme de la pollution sont issues d'études épidémiologiques européennes ou américaines [1-5]. Pour les particules, ces relations sont issues d'études bâties sur des mesures intégrant la fraction volatile de 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). Ces E-R ont été appliquées aux données d'exposition pour Orléans et Tours afin de calculer le nombre de cas attribuables à la PA sur Orléans et Tours à court terme puis à long terme.

I RESULTATS POUR L'AGGLOMÉRATION D'ORLÉANS I

1/ CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude orléanaise comprend la commune d'Orléans et neuf communes voisines (figure 2) : 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.



2/ INDICATEURS D'EXPOSITION A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

L'ensemble des stations de mesure de fond de la pollution atmosphérique représentant l'exposition de la population générale à la pollution atmosphérique dans l'agglomération d'Orléans ont été sélectionnées avec l'aide de Lig'Air. Il s'agit des stations situées à Marigny-les-Usages, Orléans la Source, Orléans Préfecture et Saint-Jean-de-Braye. Pour chaque polluant, les indicateurs d'exposition sont résumés au 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
Ecart type	11	11	26	21
Minimum	7	5	2	38
Médiane	20	16	71	84
Maximum	102	111	174	174

3/ INDICATEURS DE SANTE

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	Age	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

4/ IMPACTS A COURT ET A LONG TERME

Impacts à court terme

L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à court terme a été estimé en termes de morbidité (admissions hospitalières pour causes respiratoires et cardio-vasculaires) et de mortalité anticipée à partir des indicateurs d'exposition journalière pour les PM₁₀ et pour l'ozone.

Cette étude permet d'estimer que, chaque année, au moins 4 décès prématurés, 10 hospitalisations pour motifs respiratoires et 3 hospitalisations pour motifs cardio-vasculaires seraient attribuables aux particules PM₁₀ 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/m³ sur Orléans. Les décès et hospitalisations évitables par la baisse annuelle de 5 µg/m³ de l'ozone sont comparables (tableau 4).

Tableau 4 |

Nombres moyens annuels de décès et d'hospitalisations attribuables à la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération d'Orléans, 2008 à 2010 (PM₁₀ et O₃)

Polluants	PM ₁₀	O ₃
	Baisse annuelle de 5µg/m ³ n [IC 95%]	Baisse annuelle de 5µg/m ³ n [IC 95%]
Décès	4 [3-6]	2 [1-4]
Hospitalisations respiratoires (>65 ans pour O3)	10 [5-14]	2 [0-4]
Hospitalisations cardiaques	3 [2-5]	-

Impacts à long terme

L'impact sanitaire à long terme correspond au **nombre d'évènements sanitaires évitables pour une baisse des moyennes annuelles des PM_{2,5}**. En terme de santé publique, le poids de cet impact à long terme des particules les plus fines est largement supérieur à celui des impacts à court terme.

Les gains sanitaires calculés sont des estimations du nombre potentiel de décès qui pourraient être évités sous deux scénarios de réduction de pollution atmosphérique (tableau 5) :

- **scénario 1** : réduction des niveaux annuels de PM_{2,5} de 5 µg/m³ ;
- **scénario 2** : respect de l'objectif qualité OMS pour PM_{2,5} (10 µg/m³ en moyenne annuelle).

Pour une **diminution des niveaux annuels de PM_{2,5} de 5 µg/m³**, le gain sanitaire potentiel est estimé à **42 décès évités par an** dont 22 pour causes cardio-vasculaires. Les concentrations en PM_{2,5} 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_{2,5}, permettrait d'éviter **annuellement 71 décès** (soit 53 décès/100 000 habitants/année) et de gagner en moyenne **8 mois (3 à 15 mois) d'espérance de vie** pour les personnes de plus de 30 ans.

Tableau 5 |

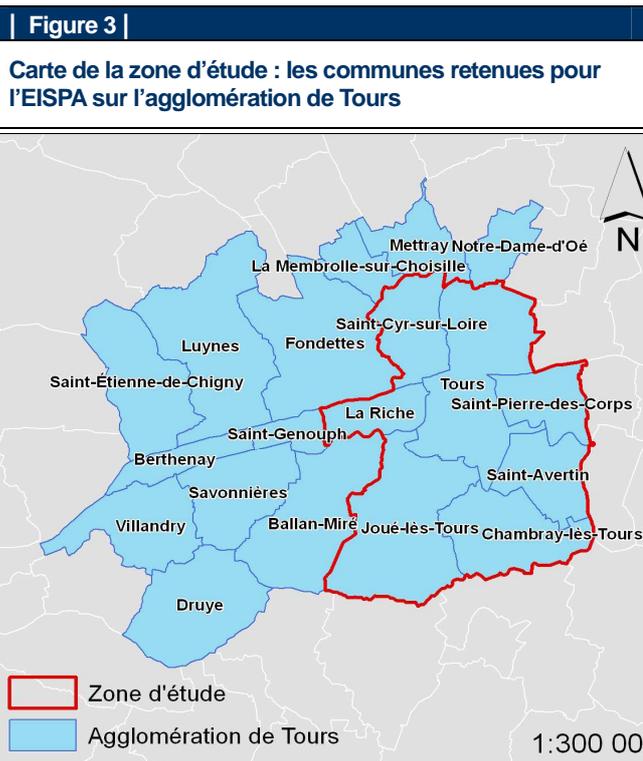
Gains sanitaires annuels issus de différents scénarios de réduction de la pollution atmosphérique urbaine à Orléans (PM_{2,5})

	Scénario1: Diminution de 5 µg/m ³		Scénario2: Respect valeur 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]

1/ CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

Dans la mesure où elle 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 3): Chambray-les-Tours, Joué-les-Tours, La Riche, St-Avertin, St-Cyr-sur-Loire, St-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.



2/ INDICATEURS D'EXPOSITION A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

Les stations de mesure de fond de la pollution atmosphérique représentant l'exposition de la population générale à la pollution atmosphérique ont été sélectionnées avec l'aide de Lig'Air. Il s'agit des stations situées à La Bruyère et à 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 6).

	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃ (année)	O ₃ (été)
Moyenne	24	18	70	86
Ecart type	11	12	25	19
Minimum	9	3	8	36
Médiane	21	15	70	83
Maximum	108	116	169	169

3/ INDICATEURS DE SANTE

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 7.

Indicateurs sanitaires	Age	Nombre
Décès	tous	1799
Hospitalisations pour motifs respiratoires	tous	1611
	65 ans et +	692
Hospitalisations pour motifs cardio-vasculaires	tous	1685
	65 ans et +	1180

4/ IMPACTS A COURT ET A LONG TERME

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 cardio-vasculaires) et de mortalité anticipée à partir des indicateurs d'exposition journalière pour les PM₁₀ et pour l'ozone.

Cette étude permet d'estimer que, chaque année, au moins 5 décès prématurés, 9 hospitalisations pour motifs respiratoires et 5 hospitalisations pour motifs cardio-vasculaires seraient attribuables aux particules PM₁₀ sur Tours (tableau 8).

Concernant l'ozone, la suppression des pics de pollution supérieurs à 100 µg/m³ n'aboutit pas à une réduction du nombre de décès ou d'hospitalisation attribuable à la pollution. Les décès et hospitalisations évitables par la baisse annuelle de 5µg/m³ de l'ozone sont de l'ordre de 2 à 5 (tableau 8).

Polluants	PM ₁₀	O ₃
	Baisse annuelle de 5µg/m ³ n [IC 95%]	Baisse annuelle de 5µg/m ³ 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

L'impact sanitaire à long terme correspond au nombre d'évènements sanitaires évitables pour une baisse des moyennes annuelles des PM_{2,5}. Les gains sanitaires calculés sont des estimations du nombre potentiel de décès qui pourraient être évités sous deux scénarios de réduction de pollution atmosphérique (tableau 9) :

- **scénario 1** : réduction des niveaux annuels de PM_{2,5} de 5 µg/m³ ;
- **scénario 2** : respect de l'objectif qualité OMS pour PM_{2,5} (10 µg/m³ en moyenne annuelle).

Tableau 9

Gains sanitaires annuels issus de différents scénarios de réduction de la pollution urbaine à Tours (PM_{2,5})

	Scénario1:		Scénario2:	
	Diminution de 5µg/m ³		Valeurs guide OMS	
	n	IC 95%	n	IC 95%
Mortalité totale	49	[17-87]	83	[29-145]
Mortalité totale pour 100 000 hab	34	[12-61]	58	[20-101]
Gain d'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 hab	16	[11-19]	26	[18-32]

Pour une diminution des **niveaux annuels** de **PM_{2,5}** de 5 µg/m³, le gain sanitaire potentiel est estimé à **49 décès évités par an** dont 22 pour causes cardio-vasculaires. Les concentrations en PM_{2,5} 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_{2,5}** permettrait d'éviter **annuellement 83 décès** (soit 53 décès/100 000 habitants/année) et de gagner 8 (3 à 15) mois d'espérance de vie à l'âge de 30 ans.

I Conclusions I

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 des mélanges de polluants dans l'air.

À Orléans et à Tours, le respect des recommandations de l'OMS pour la qualité de l'air permettrait de prévenir respectivement 71 et 83 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.

Interprétation des résultats

Les résultats présentés donnent des ordres de grandeur de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine et ne doivent pas être interprétés comme des nombres exacts 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 impacts sanitaires 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 des agglomérations d'Orléans et de Tours 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 antérieures.

Bien qu'Orléans et Tours soient des villes de taille moyenne, la réduction de la pollution atmosphérique urbaine conduirait à un gain d'espérance de vie comparable à de grandes villes françaises (Marseille, Lyon, Paris, Lille ...) étudiées dans le projet Aphekom [8].

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.

I Références Bibliographiques I

- [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
- [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. *Sain-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.
- [8] Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C, Badaloni C, Cesaroni G, Henschel S, Meister K, Haluza D, Martin-Olmedo P, Medina S; Aphekom group. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the Aphekom project. *Sci Total Environ*. 2013, 449:390-400.

Pour en savoir plus : Site de l'InVS, dossier Pollution de l'air et santé : <http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/default.htm>

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