

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

Hélène Sarter¹, Tiphaine Delaunay², Bakhao N'Diaye¹, Christophe Heyman¹

1/ Institut de veille sanitaire (InVS), Département de coordination des alertes en région (Dcar), Cire Nord-Pas-de-Calais Picardie, Lille

2/ Association agréée de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) en région Nord-Pas-de-Calais (atmo), Lille

QUELS SONT LES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ ?

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 [1]. L'évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique urbaine 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) [2] et prend en compte certains polluants, traceurs de la pollution atmosphérique. Ces polluants sont mesurés en routine par l'Association agréée de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) en région Nord-Pas-de-Calais (Atmo) sur ses stations de mesure de fond. Il s'agit de l'ozone et des particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5}) 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 (NO₂) 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'EIS.

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 et cardio-vasculaire ainsi que de perte d'espérance de vie ;
- et de montrer le gain sanitaire après réduction des niveaux de la pollution atmosphérique (PA), afin d'orienter les décisions permettant d'améliorer la qualité de l'air en région Nord-Pas-de-Calais.

La période d'étude choisie a été retenue en fonction de la disponibilité des données sanitaires et des indicateurs de la PA, en s'assurant que les années retenues ne soient pas singulières sur le plan climatique.

I TABLEAU 1 I

Effets sur la santé de quelques polluants indicateurs de la pollution de l'air

Polluants	Origine	Effets sur la santé
L'ozone	Action des ultra-violet (UV) sur l'oxygène en présence des oxydes d'azote (NO _x) et des composés organiques volatils (COV)	<ul style="list-style-type: none"> - 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 fines PM ₁₀ et PM _{2,5}	Origine anthropique ou naturelle	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation des risques de mortalité liés aux maladies cardiovasculaires et au cancer du poumon ; - classés « cancérogènes certains » par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ; - altération de la fonction pulmonaire et cardiaque ; - diminution significative de l'espérance de vie.

Période d'étude et caractéristiques de la zone d'étude

La période d'étude retenue porte sur trois années, de 2008 à 2010.

La zone d'étude retenue a été validée avec l'Aasqa et correspond à celle du PSAS (Programme de surveillance air et santé), en l'occurrence à l'extension du territoire de la communauté urbaine de Lille (Lille métropole communauté urbaine – LMCU). Elle répond à deux critères :

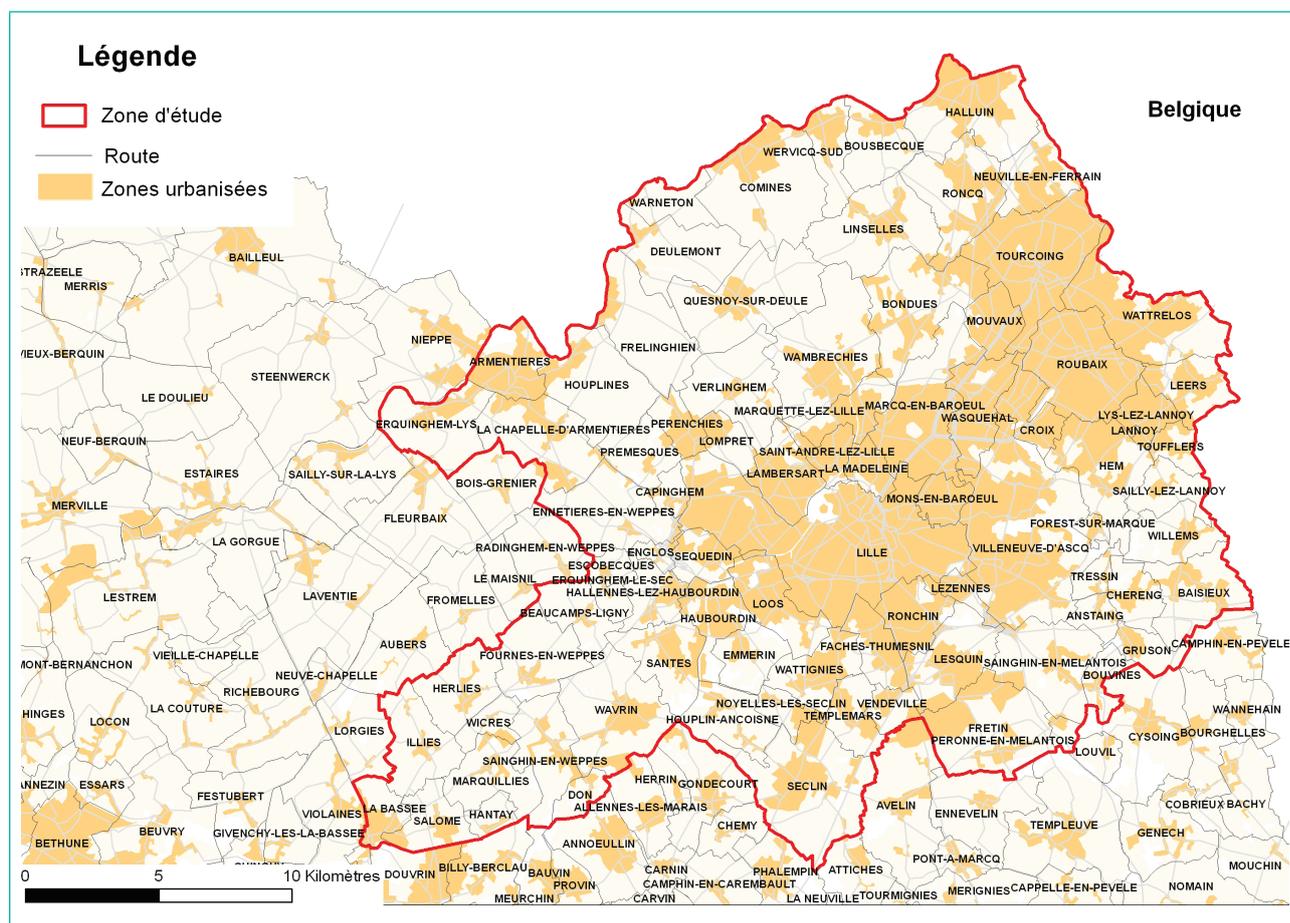
- les niveaux de pollution de fond doivent être considérés homogènes ;
- la majorité des déplacements de la population doit se faire à l'intérieur de la zone.

La zone s'étend sur une superficie de 611 km² et compte 1 109 000 habitants soit une densité moyenne de 1 815 habitants par km² (figure 1). La part de la population âgée de moins de 15 ans représentait environ 20 %, et les personnes de 65 ans et plus représentaient environ 12 % de la population (recensement de 2010).

L'analyse des navettes domicile-travail a mis en évidence que près de 89 % de la population active réside et travaille dans les communes de la zone d'étude.

FIGURE 1 |

Carte de la zone d'étude, agglomération de Lille



Fonds de carte : IGN-BDCARTO®

Indicateurs de pollution

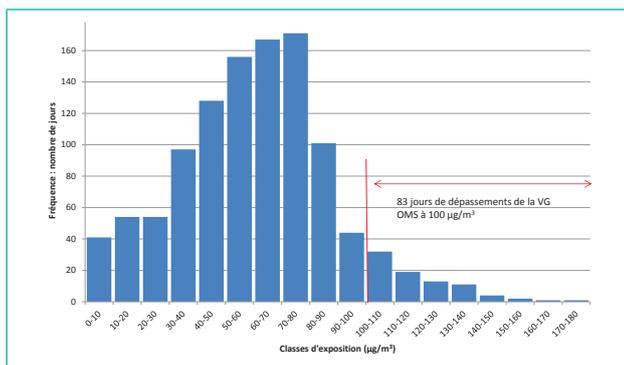
La région Nord-Pas-de-Calais est particulièrement touchée par la problématique de pollution atmosphérique. Les sources d'émission des NO_x et d'ozone sont pour l'essentiel constituées par les transports mais les sources d'émissions des PM₁₀ sont plus variées : 33,6 % pour le résidentiel, 28 % pour le secteur industriel, 22 % pour les transports et 16 % pour l'agriculture/sylviculture (d'après le PPA Nord-Pas-de-Calais, données issues du cadastre des émissions édité par Atmo).

Les indicateurs retenus dans le cadre des EIS, sont ceux préconisés par l'InVS. Il s'agit des moyennes journalières pour l'ozone, les PM₁₀ et les PM_{2,5}. Elles sont calculées à partir des données brutes horaires des différents capteurs présents sur la zone sous réserve de la vérification de leur représentativité et de plusieurs critères d'homogénéité. Les données existantes de PM_{2,5} ne sont pas disponibles sur suffisamment de stations de mesure sur la période d'étude pour être utilisées. Cependant, en l'absence d'étude régionale pour déterminer un facteur de correction, le guide méthodologique recommande d'estimer les concentrations en PM_{2,5} à partir des PM₁₀ par l'application d'un facteur de correction de 0,7 utilisé dans le projet Apehis [3].

Pour l'ozone, les mesures de 5 stations ont été utilisées : celles d'Armentières, Salomé, Lesquin, Halluin et Marcq-en-Barœul. La concentration moyenne annuelle en ozone sur la zone était de 60,5 µg/m³ sur la période 2008 à 2010. La valeur guide de l'OMS a été dépassée 83 jours sur les 3 ans (figure 2).

FIGURE 2 I

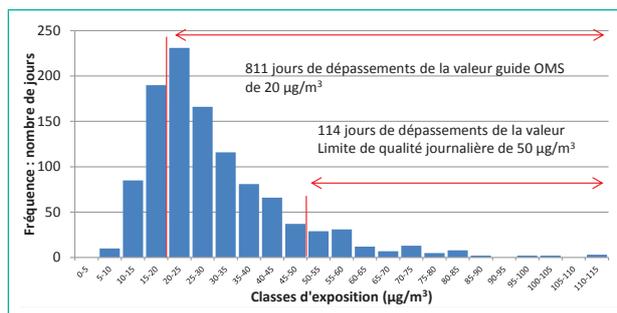
Distribution des concentrations en ozone (µg/m³) par classe, 2008-2010, agglomération de Lille



Pour les mesures des PM₁₀, 3 stations ont été retenues : celles de Tourcoing, Fives et Marcq-en-Barœul. La concentration moyenne annuelle en PM₁₀ sur la zone était de 30,8 µg/m³ (2008-2010), qui est légèrement supérieur à l'objectif de qualité (30 µg/m³) (figure 3).

FIGURE 3 I

Distribution des concentrations en PM₁₀ (µg/m³) par classe, 2008-2010, agglomération de Lille



Par ailleurs les niveaux moyens journaliers ont dépassé pendant 114 jours les niveaux maximums journaliers sur 3 ans (figure 3). La concentration moyenne annuelle en PM_{2,5} estimée à partir des données de PM₁₀ est de 20,6 µg/m³ (2008-2010) ce qui est 2 fois supérieur à la valeur guide (VG) proposée par l'OMS (10 µg/m³).

Indicateurs sanitaires

Deux types d'indicateurs sanitaires sont étudiés : les hospitalisations (causes cardiaques et respiratoires) et les décès (total et non-accidentel). Concernant les hospitalisations, les données ont été transmises par le Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) de 18 établissements de santé situés dans la zone d'étude de l'agglomération de Lille. Les données de mortalité ont été fournies 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).

Les nombres annuels de décès et d'hospitalisations pour causes cardiaques et respiratoires sont présentés dans le tableau 2.

TABLEAU 2 I

Moyenne annuelle et taux moyen pour 100 000 habitants des événements sanitaires retenus, période d'étude 2008-2010, agglomération de Lille

Événements sanitaires	Âge	Moyenne annuelle	Taux moyen pour 100 000 habitants
Mortalité totale non-accidentelle	Tous âges	7 530	679
Mortalité totale	≥30 ans	7 931	1 285
Mortalité cardiovasculaire	≥30 ans	2 016	327
Hospitalisations cardiaques	Tous âges	13 895	1 252
Hospitalisations respiratoires	15-64 ans	4 390	589
Hospitalisations respiratoires	≥65 ans	3 902	2 784
Hospitalisations respiratoires	Tous âges	13 505	1 217

RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE DANS L'AGGLOMÉRATION DE LILLE

Impact à court terme

Pour l'ozone, les scénarios présentant les gains sanitaires sont calculés soit en « supprimant les pics de pollution », ce qui revient à calculer un impact sanitaire en supposant qu'un seuil journalier n'a pas été dépassé (objectif de qualité de l'OMS par exemple), soit en supposant une réduction des niveaux de fond de pollution (baisse de la moyenne annuelle des polluants par exemple). Pour les PM, les scénarios prennent en compte une réduction des niveaux de fond uniquement.

L'abaissement du niveau de PM_{10} à $20 \mu g/m^3$ permettrait de retarder chaque année près de 50 décès (mortalité non accidentelle), et d'éviter près de 150 hospitalisations pour causes respiratoires et 85 hospitalisations pour causes cardiaques (figure 4).

Une diminution de la moyenne annuelle de $5 \mu g/m^3$ en PM_{10} permettrait de retarder chaque année une vingtaine de décès (mortalité non accidentelle) et d'éviter plus de 70 hospitalisations pour causes respiratoires et plus de 40 hospitalisations pour causes cardiaques (figure 4).

Le respect de la VG de l'OMS des niveaux d'ozone permettrait de retarder chaque année moins de 5 décès (mortalité non accidentelle) et d'éviter moins de 5 hospitalisations pour causes respiratoires.

Une diminution de la moyenne annuelle de $5 \mu g/m^3$ des niveaux d'ozone permettrait de retarder chaque année une dizaine de décès pour causes non-accidentelles et d'éviter 12 hospitalisations pour causes respiratoires (figure 5).

Il n'est pas possible d'additionner les gains sanitaires évalués par substances pour connaître l'évaluation globale de la PA. Ainsi, les gains sanitaires associés à une réduction des niveaux de PA (représentée ici par les PM_{10}) évalués dans cette étude ne représentent qu'une partie de ce qui pourrait être attendu.

FIGURE 4 |

Estimation de l'impact à court terme de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Lille, 2008-2010, les PM_{10} étant retenues comme polluant traceur

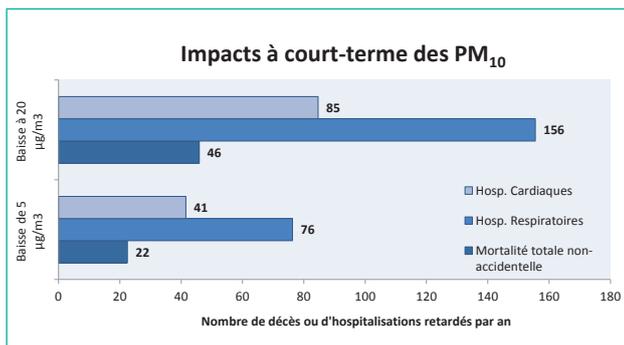
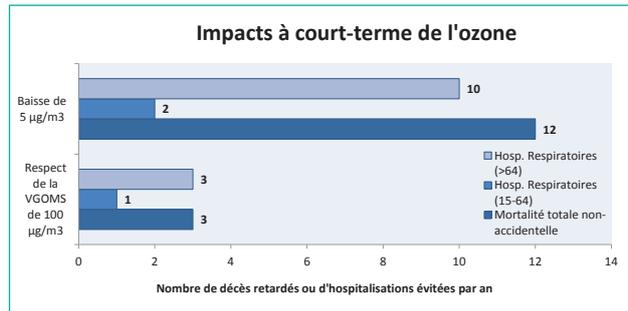


FIGURE 5 |

Estimation de l'impact à court terme de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Lille, 2008-2010, l'ozone étant retenu comme polluant traceur



Impact à long terme

Pour une diminution des moyennes annuelles en $PM_{2,5}$ de $5 \mu g/m^3$, le gain sanitaire potentiel est estimé à près 230 décès retardés par an (37 décès retardés par an pour 100 000 habitants de plus de 30 ans), correspondant à un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans de l'ordre de 5 mois (figure 6).

Le gain serait de près de 500 décès retardés par an (80 décès retardés par an et pour 100 000 habitants de plus de 30 ans) si les niveaux de $PM_{2,5}$ respectaient la norme française d'objectif de qualité et la VG recommandée par l'OMS (moyenne annuelle de $10 \mu g/m^3$), ce qui correspond à un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans de 11 mois.

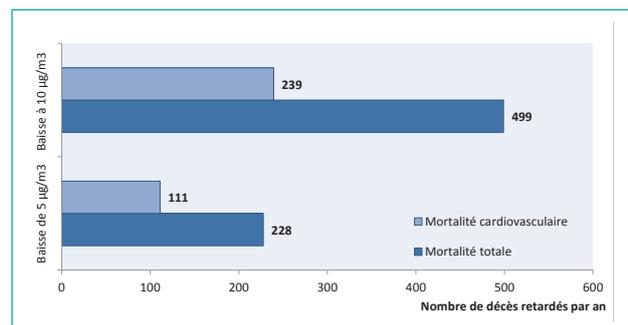
Avertissement

Suite à l'évolution des techniques de mesures des particules en suspensions [4], le gain moyen d'espérance de vie à 30 ans publié dans les derniers résultats du projet européen Aphekom (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe) n'est pas directement comparable à celui présenté dans ce document [5].

En effet, la nouvelle méthode de mesures de PM donne une évaluation plus précise des concentrations réelles, alors que les concentrations utilisées en 2004-2006 pour Aphekom étaient sous-estimées.

FIGURE 6 |

Estimation de l'impact à long terme de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Lille, 2008-2010, les $PM_{2,5}$ étant retenues comme polluant traceur



RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DU COÛT ÉCONOMIQUE ASSOCIÉ AUX IMPACTS SANITAIRES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

L'estimation des gains économiques associés aux scénarios de réduction de la PA urbaine est basée sur la méthodologie du projet européen Aphekom. L'évaluation économique repose sur l'estimation des bénéfices associés au report de la mortalité à court terme, au report de la mortalité ou aux gains d'espérance de vie à long terme ainsi qu'aux hospitalisations évitées. Ce calcul basé sur une approche sociétale de la valeur donnée à la vie et à la santé prend en compte les coûts directs (dépenses de santé, coûts non médicaux), les coûts indirects liés aux pertes de ressources économiques (coût de l'absentéisme, pertes de production du patient et de ses proches) et les coûts conséquents aux événements de santé mais plus difficilement quantifiables (perte de bien-être, perte de qualité de vie...).

Ainsi, pour l'impact à court terme sur l'agglomération de Lille, le respect des VG de l'OMS pour les PM_{10} nécessitant une baisse de la moyenne annuelle de près de $11 \mu g/m^3$ représenterait un gain économique d'environ 4 890 000 euros par an. Cette évaluation comprend les coûts des hospitalisations évitées ainsi que les coûts associés aux décès à court terme reportés (sur la base de valeur d'une année de vie). La diminution des niveaux d'ozone de $5 \mu g/m^3$ permettrait de réaliser près de 1 084 000 euros d'économies par an.

L'impact économique de la diminution des concentrations en $PM_{2,5}$ permettant de respecter le seuil recommandé par l'OMS de $10 \mu g/m^3$, soit une diminution de $11 \mu g/m^3$ sur la moyenne annuelle serait plus important sur le long terme. Respecter ces lignes directrices induirait près de 1,227 milliard d'euros d'économie par an. Cette estimation est basée sur l'évaluation économique de 11 mois d'espérance de vie en plus à 30 ans.

Ces résultats ne doivent pas être considérés comme des chiffres exacts mais plutôt comme des ordres de grandeur ; la détermination des indicateurs sanitaires et d'exposition, ainsi que le choix des relations Concentrations-Réponse comportant certaines incertitudes.

Cette évaluation n'étudie que les événements de santé les plus graves (décès et hospitalisations) qui ne représentent qu'une partie de l'ensemble des impacts de la pollution de l'air. D'autres effets tels que l'asthme notamment chez les plus jeunes, les maladies respiratoires aiguës, la toux, les allergies, les irritations, etc., ne sont pas pris en compte. Les résultats ne rendent donc compte que d'une partie de l'impact réel de la pollution.

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.

Messages à retenir

- Les niveaux de pollution atmosphérique sur la zone d'étude de Lille sont plus élevés pour les $PM_{2,5}$ et PM_{10} que les valeurs guides OMS.
- L'impact à long terme est plus important que l'impact à court terme : diminuer la pollution de fond, notamment particulaire, apportera un gain sanitaire plus important que d'agir lors des pics de pollution.
- Toute diminution des niveaux de fond des particules fines entraîne un gain sanitaire notable.

LES CHIFFRES CLÉS, ZONE DE LILLE : 1 109 000 HABITANTS

À court terme

Respecter la valeur OMS pour les PM_{10} et diminuer la pollution atmosphérique dans sa globalité conduirait chaque année, *a minima* à :

- reporter plus de 46 décès ;
- éviter 241 hospitalisations pour causes respiratoires et cardiaques.

Cela représenterait une économie de près de 5 millions d'euros.

La réduction des niveaux d'ozone de $5 \mu g/m^3$ permettrait de reporter près de 12 décès et d'éviter 12 hospitalisations par an, et engendrerait une économie d'environ 1 084 000 euros par an.

À long terme

Respecter la valeur OMS pour les $PM_{2,5}$ et diminuer la pollution atmosphérique dans sa globalité conduirait chaque année, *a minima* à :

- reporter près de 500 décès par an ;
- soit un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans d'environ 11 mois.

Cela représenterait une économie de plus d'un milliard d'euros.

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/surveillance/psas9/default.htm>

[2] 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. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/default.htm>

[3] Air Pollution and Health: a European Information System (Apheis). Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique en Europe. Rapport de la troisième phase, 2002-2003, 2006.

[4] Plan de protection de l'atmosphère de la région Nord-Pas-de-Calais, projet soumis à consultation, Lille : Dreal, Mars 2013, 228 p, disponible à partir de l'URL : <http://www.Nord-Pas-de-Calais.developpement-durable.gouv.fr>

[5] Pascal M, Medina S. Résumé des résultats du projet Aphekom 2008-2011. Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2012. 6 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

En savoir plus

- Thématique Pollution de l'air et santé de l'Institut de veille sanitaire (InVS) : www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/default.htm
- Qualité de l'air en Nord-Pas-de-Calais : <http://www.atmo-npdc.fr/home.htm>
- OMS Bureau Europe : <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>
- Projet européen Aphekom : <http://www.aphekom.org>

Remerciements

La Cellule de l'InVS en région (Cire) et Atmo Nord-Pas-de-Calais remercient Magali Corso, Mathilde Pascal et Claire Janin (InVS).

Mots clés : évaluation d'impact sanitaire, pollution de l'air, particules, ozone, Lille

Citation suggérée :

Sarter H, Delaunay T, N'Diaye B, Heyman C. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Lille, 2008-2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2016. 6 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>