

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Caen, Calvados, 2009-2010

Impact à court et à long terme

Myriam Blanchard¹, Christophe Legrand²

1/ Institut de veille sanitaire (InVS), Cire Normandie – 2/ Air C.O.M.

QU'EST-CE QUE LA POLLUTION DE L'AIR ?

La pollution atmosphérique se caractérise par un mélange complexe de composés émis par différentes sources de pollution (polluants primaires), mais également formés lors de réactions chimiques ayant lieu dans l'atmosphère (polluants secondaires). Ce mélange est notamment composé par des polluants dits indicateurs ou traceurs, dont les niveaux sont censés représenter la pollution atmosphérique globale et les différentes sources de pollution rencontrées. Les plus classiquement surveillés sont les particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀) ou à 2,5 µm (PM_{2,5}), l'ozone (O₃), le dioxyde d'azote (NO₂) et le dioxyde de soufre (SO₂). En Basse-Normandie, leur surveillance est réalisée par Air C.O.M., Association agréée de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa).

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

L'impact sur la santé de la pollution atmosphérique est complexe à caractériser. Il existe une grande variabilité dans l'exposition aux polluants atmosphériques de la population, dans la nature des effets, dans la sensibilité des personnes notamment.

De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence des associations entre les niveaux ambiants des polluants atmosphériques et différents effets sanitaires concernant l'appareil respiratoire mais également cardiovasculaire en termes de morbidité (c'est-à-dire de pathologies) et de mortalité. Les polluants atmosphériques sont également des facteurs aggravants de l'asthme et des allergies.

Les effets sanitaires de la pollution atmosphérique sont habituellement classés en deux types :

- **les effets à court terme** regroupant les manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans des délais brefs (quelques jours ou semaines) après l'exposition à la pollution atmosphérique. Les études épidémiologiques ont mis en évidence une augmentation de la mortalité, des hospitalisations ou des passages aux urgences pour causes respiratoires et cardiovasculaires en lien avec une augmentation de la pollution atmosphérique (NO₂, O₃ et PM₁₀) ;
- **les effets à long terme** pouvant survenir après une exposition chronique (plusieurs mois, années) à la pollution atmosphérique. Plusieurs études ont montré qu'une exposition chronique à la pollution de l'air, notamment aux PM_{2,5}, peut contribuer au développement de pathologies chroniques (cancers du poumon, pathologies cardiaques

respiratoires...) et ainsi induire une surmortalité et une baisse de l'espérance de vie. Ces impacts de la pollution de l'air sont plus importants que les impacts observés à court-terme. Plusieurs études chez des enfants ont aussi montré un impact des particules et de polluants gazeux (NO₂, O₃) sur la fonction respiratoire et l'apparition de nouveaux cas d'asthme.

De plus, les études n'ont pas montré de seuil protecteur en deçà duquel aucun impact sanitaire n'est observé. Autrement dit, des effets de la pollution atmosphérique sur la santé peuvent être observés dès les concentrations les plus faibles, même en l'absence de pics de pollution.

Enfin, certaines catégories de la population sont plus vulnérables que d'autres aux effets d'une exposition à la pollution atmosphérique : les enfants, les personnes âgées, les personnes souffrant de pathologies chroniques respiratoires (asthme, allergie respiratoire, bronchite chronique) et cardiovasculaires (insuffisances coronariennes et cardiaques) ainsi que les personnes présentant d'autres facteurs de risques cardio-vasculaires (diabète, surpoids) ou exposées à d'autres substances (tabagisme, exposition professionnelle). Enfin, les personnes produisant un effort physique important sont d'avantages exposées à la pollution atmosphérique du fait d'une respiration plus importante.

COMMENT QUANTIFIER LES IMPACTS SANITAIRES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ?

L'Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine (EIS-PA) a pour objectif de quantifier les bénéfices sanitaires et éventuellement économiques qui pourraient être obtenus localement si les niveaux de pollution étaient réduits.

L'EIS-PA est un outil de sensibilisation des décideurs locaux et du grand public aux effets de la pollution atmosphérique. C'est aussi une aide à la décision pour les acteurs locaux et les résultats peuvent être utilisés dans une démarche de gestion du risque sanitaire lié à la pollution atmosphérique.

Cette plaquette présente les résultats de l'EIS-PA de la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Caen réalisée pour la période 2009-2010.

Le rapport complet de cette étude est disponible sur le site de l'Institut de veille sanitaire (InVS) [1].

PRINCIPE D'UNE EIS-PA

La méthode employée repose sur 4 étapes décrites dans le guide méthodologique publié par l'InVS [2]. Le calcul des bénéfices sanitaires associés à une diminution de la pollution atmosphérique se base sur :

- les données de santé (mortalité et hospitalisation) dans la zone étudiée ;
- les données de qualité de l'air (concentration d'un polluant) dans la zone étudiée ;
- les relations concentration-réponse définies entre l'exposition au polluant et l'événement sanitaire étudié (issues d'études épidémiologiques).

Ces bénéfices sanitaires sont ensuite traduits en termes de bénéfices économiques selon la démarche décrite dans le guide méthodologique du projet européen Aphekom [3]. Ils prennent en compte les dépenses de santé, le coût de l'absence au travail, les coûts associés à la perte de bien-être, à la qualité et l'espérance de vie.

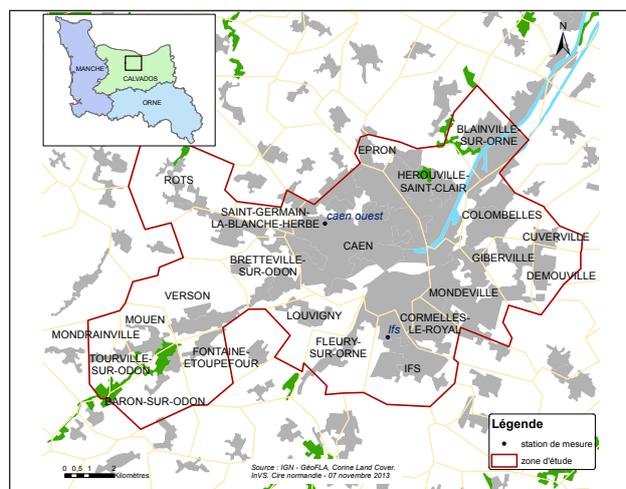
La mise en œuvre d'une EIS-PA est restreinte aux polluants pour lesquels la causalité a été pour l'instant établie à savoir l'ozone, PM_{10} et $PM_{2,5}$.

CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE DE L'AGGLOMÉRATION DE CAEN

La zone d'étude inclut 23 communes¹ : 21 communes constituant l'unité urbaine de Caen et 2 communes adjacentes (figure 1). Elle couvre une partie du territoire de la communauté d'agglomération de Caen la mer. Elle s'étend sur une superficie de 155 km² et comptait 206 000 habitants en 2009 [sources : recensement Insee, Institut national de la statistique et des études économiques], dont 16 % de personnes de moins de 15 ans et 15 % âgées de 65 ans et plus.

FIGURE 1 |

Carte de la zone d'étude



DONNÉES UTILISÉES

Données de santé

Les nombres annuels de décès (toutes causes et pour des causes respiratoires et cardio-vasculaires) et d'hospitalisations

(causes respiratoires et cardiaques) ont été recueillis pour les années 2009 et 2010 (données les plus récentes disponibles). Les données des 4 établissements hospitaliers présents dans la zone d'étude ont été utilisées (Centre hospitalier universitaire (CHU) de Caen, clinique Miséricorde, polyclinique du Parc, Centre hospitalier (CH) privé Saint-Martin).

Données de qualité de l'air

Sur l'agglomération de Caen, les émissions de $PM_{2,5}$ et PM_{10} sont issues pour respectivement 41 % et 44 % du transport routier et pour respectivement 44 % et 36 % du secteur résidentiel [source : Air C.O.M., inventaire des émissions 2008]. Les secteurs industriels et agricoles sont les autres contributeurs (moins de 15 %). L'ozone (O_3) est un polluant formé lors de réactions chimiques ayant lieu dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire sur de nombreux composés produits par l'activité humaine ou naturellement.

Les données de 2009 et 2010 des stations de mesure urbaine de Caen Ouest (O_3 , PM_{10} , $PM_{2,5}$) et de la station péri-urbaine de IFS (O_3 et PM_{10}) ont été utilisées.

RÉSULTATS

Indicateurs sanitaires

Sur la zone d'étude et pour la période d'étude, ont été enregistrés en moyenne 1 500 décès annuels toutes causes de plus de 30 ans dont 400 pour des causes cardio-vasculaires, environ 3 000 hospitalisations par an pour des causes respiratoires et 4 100 pour des causes cardiaques.

Indicateurs de pollution

Pour les particules PM_{10} et $PM_{2,5}$, les concentrations moyennes annuelles estimées sont reprises dans le tableau 1. Elles sont supérieures aux valeurs guide de l'Organisation mondiale de la santé² (OMS) [4].

TABLEAU 1 |

Niveaux moyens des indicateurs d'exposition 2009-2010

Polluants	Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur guide de l'OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Particules fines PM_{10}	21	20
Particules fines $PM_{2,5}$	16	10

Pour l'ozone, la concentration maximale journalière des moyennes glissantes sur 8 heures a été calculée. La valeur guide journalière de l'OMS ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée 24 jours au total pour les 2 années. La moyenne des niveaux d'ozone pour les 2 années est de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle est faible par rapport au reste de la France.

1. Baron-sur-Odon, Blainville-sur-Orne, Bretteville-sur-Odon, Carpiquet, Colombelles, Cormelles-le-Royal, Cuverville, Demouville, Epron, Fleury-sur-Orne, Fontaine-Étoupefour, Giberville, Hérouville-Saint-Clair, IFS, Louvigny, Mondeville, Mondrainville, Mouen, Rots, Saint-Germain-la-Blanche-Herbe, Tourville-sur-Odon, Verdon.
2. Valeur guide = objectif de concentration acceptable et réalisable pour réduire le plus possible les effets sanitaires.

Bénéfice sanitaire d'une réduction de la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Caen (période 2009-2010)

Diminuer la concentration moyenne annuelle de particules fines PM_{10} de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit de 25 %) permettrait d'éviter chaque année **les effets à court terme** suivants :

- 4 décès ;
- 20 hospitalisations pour causes respiratoires ;
- 10 hospitalisations pour causes cardiaques.

Ce qui correspondrait à une économie d'environ 500 000 euros par an.

Les concentrations en PM_{10} seraient alors inférieures aux recommandations de l'OMS.

Diminuer les concentrations journalières d'ozone (O_3) de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit de 8 %) permettrait d'éviter chaque année **les effets à court terme** suivants :

- 2 décès ;
- 4 hospitalisations pour causes respiratoires.

Ce qui correspondrait à une économie annuelle d'environ 200 000 euros par an.

Une diminution de 25 % des niveaux d'ozone permettrait d'éviter 7 décès et 10 hospitalisations pour des causes respiratoires. Le respect de la valeur guide pour les 25 jours de dépassement apporterait un bénéfice négligeable (moins de 1 décès évité par an).

Diminuer les concentrations moyennes annuelles de particules fines $PM_{2,5}$ de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit de 30 %) permettrait d'éviter chaque année **les effets à long terme** suivants :

- 40 décès anticipés dont la moitié pour causes cardiovasculaires ;

- équivalent à 4 mois d'espérance de vie perdus à 30 ans.

Ce qui correspondrait à un gain d'environ 75 millions d'euros par an.

Les bénéfices seraient similaires pour le respect de la valeur guide de l'OMS puisque les deux valeurs sont très proches.

QUELQUES POINTS IMPORTANTS POUR L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

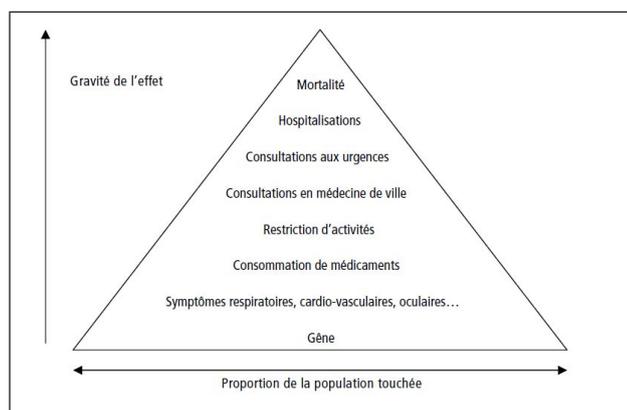
Les résultats de l'EIS doivent être considérés comme des ordres de grandeur et non comme des chiffres exacts. En effet la méthode utilisée présente certaines limites, notamment dues à la construction des indicateurs de santé et de qualité de l'air ainsi qu'aux incertitudes entourant les relations concentration-réponse.

Si les polluants étudiés peuvent avoir une toxicité propre, ils sont avant tout des indicateurs d'un mélange complexe dont les effets ne sont pas indépendants entre eux. Une diminution de l'ensemble des polluants constituant ce mélange est donc nécessaire pour obtenir des bénéfices sanitaires.

Les résultats ne reflètent qu'une partie de l'impact de la pollution qui peut engendrer d'autres événements sanitaires plus bénins (maladies respiratoires aiguës, toux, allergies, crises d'asthme, irritations, etc.) mais touchant une proportion beaucoup plus importante de la population (figure 2).

FIGURE 2 I

Pyramide des effets sanitaires de la pollution atmosphérique



Source : Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Concepts et méthodes. INVS.

CONCLUSION

Un bénéfice collectif notable

Les niveaux de pollution de fond sur la zone d'étude de l'agglomération de Caen sont supérieurs aux valeurs guides de l'OMS. Les bénéfices d'une diminution des niveaux des particules fines $PM_{2,5}$ et PM_{10} de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur cette zone d'étude permettrait d'éviter plus de 40 décès anticipés et plus de 30 hospitalisations chaque année, correspondant à un gain économique attendu d'environ 75 millions d'euros par an.

Cependant, les résultats de cette étude sous-estiment ces bénéfices en ne prenant en compte ni les passages aux urgences ni les pathologies traitées en médecine ambulatoire (allergies, asthme, irritations oculaires...) qui peuvent être liées à la pollution atmosphérique et touchent une part plus importante de la population.

Cette étude montre aussi que le gain sanitaire associé à une diminution de l'exposition chronique est plus important que le gain sanitaire associé à une diminution de l'exposition à court terme. Ainsi, il apparaît plus intéressant d'agir sur la pollution de fond, notamment particulaire, au quotidien, plutôt que lors des épisodes de pics de pollution.

Des actions possibles pour améliorer la santé de la population

Ainsi, des actions locales, nationales et européennes doivent être encouragées pour réduire le risque encouru par une exposition à la pollution atmosphérique. Un gain sanitaire conséquent ne pourra être obtenu qu'à condition de parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air, tout au long de l'année.

Des actions pour faire évoluer les transports doivent prioritairement être mises en œuvre, car ils représentent l'une des deux principales sources des émissions de polluants atmosphériques dans l'agglomération de Caen : développer et améliorer les alternatives à la voiture individuelle (transports en commun,

déplacements doux, intermodalité, covoiturage, etc.), optimiser les modes de conduites (vitesses adaptées, écoconduite, etc.), favoriser le développement des véhicules plus « propres », accompagner l'évolution du transport et de la livraison de marchandises... En parallèle, la rénovation de l'habitat existant et le remplacement des moyens de chauffage individuel peu performants doivent être encouragés afin de réduire les émissions résidentielles. Enfin les efforts de réduction des émissions de l'agriculture et de l'industrie sont à poursuivre.

Dans ce cadre, le Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE) a remplacé en 2011 le Plan régional de la qualité de l'air (PRQA) pour fixer des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air avec des orientations permettant d'y parvenir. D'autres documents ou plans participent aussi, par les actions qu'ils prévoient, à l'amélioration de la qualité de l'air : Plan de déplacements urbains (PDU), Plans climat énergie territoriaux (PCET) élaborés par les collectivités locales, mais aussi Plans de déplacements administrations (PDA) et des Plans de déplacements entreprises (PDE)...

La qualité de l'air nous concerne tous et nous pouvons tous contribuer à son amélioration.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Blanchard M, Legrand C. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Caen. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire. À paraître.

[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>

[3] Declercq C, Pascal M, Chanel O, Corso M, Ung A, *et al.* Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet Aphekom. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 33 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

[4] Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde de soufre et dioxyde d'azote, mise à jour 2005. Disponible à partir de l'URL : http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_fre.pdf

Pour en savoir plus

- Site de l'InVS, dossier Pollution de l'air et santé : <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Pollution-de-l-air-et-effets-sur-la-sante>
- Site de la Cire Normandie : <http://www.invs.sante.fr/Regions-et-territoires/L-InVS-dans-votre-region/Normandie>
- Site de l'Agence régionale de santé (ARS), dossier de la Cire : <http://www.ars.basse-normandie.sante.fr>
- Site de l'association Air C.O.M. : <http://www.air-com.asso.fr>

Remerciements au groupe de travail

Franck Bouloux (ville de Caen – Service communal d'hygiène et de santé (SCHS)) ; Sylvie Chazalon (Agence régionale de santé (ARS) Basse-Normandie) ; Émilie Jambu – (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) Basse-Normandie) ; Christophe Legrand (Air C.O.M.) ; Cécile Lheureux (ARS Basse-Normandie) ; Romain Martin (ARS Basse-Normandie) ; Peggy Moricet (communauté d'agglomération Caen la mer) ; ainsi que Magali Corso et Aymeric Ung (InVS), Météo-France et le CépiDC de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm).

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

Citation suggérée :

Blanchard M, Legrand Ch. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Caen, Calvados, 2009-2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2014. 4 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>