Santé environnement

Évaluation de l'impact sanitaire à court et long terme de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations de Bayonne et Pau, département des Pyrénées-Atlantiques, 2007-2009

Gaëlle Gault[1], Magali Corso[2], Pierre-Yves Guernion[3], Mathilde Pascal[2], Patrick Rolland[1]
1/ Institut de veille sanitaire (InVS), Département de coordination des alertes et des régions (Dcar), Cire Aquitaine, Bordeaux ; 2/ InVS, Département santé environnement (DSE), Saint-Maurice ; 3/ Association agréée de la surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine (Airaq), Mérignac

Contexte

Les relations, à court et long terme, entre la pollution atmosphérique et les effets sur la santé, en termes de mortalité et de morbidité, ont largement été démontrées par de nombreuses études épidémiologiques [1,2]. Les effets à court terme sont des manifestations cliniques fonctionnelles ou biologiques aiguës survenant dans des délais brefs (quelques jours ou semaines) suite aux variations des niveaux ambiants de la pollution atmosphérique. Les effets à long terme peuvent survenir après une exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique et conduire au final à un événement morbide, voire au décès.

À partir d'études épidémiologiques, les évaluations de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution permettent de quantifier de manière objective l'impact sur la santé de la pollution atmosphérique urbaine. Une EIS permet ainsi d'estimer au sein d'une population les bénéfices sanitaires d'une réduction des niveaux de polluants. Cette démarche a été appliquée récemment dans le cadre du projet européen Aphekom qui avait pour objectif d'évaluer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine et les coûts associés dans 25 villes européennes, incluant neuf villes françaises dont Bordeaux. Les chiffres sont évocateurs de l'impact substantiel de la pollution atmosphérique sur l'état de santé de la population avec près de 19 000 décès par an qui pourraient être reportés si les niveaux moyens annuels de particules fines de diamètres inférieurs à 2,5 µm ($PM_{2,5}$) étaient réduits à 10 µg/m^3 (valeur guide de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)) dans les 25 villes étudiées. Le respect de cette valeur guide aurait permis d'économiser près de 31,5 milliards d'euros [3]. Sur l'agglomération de Bordeaux, en ramenant les niveaux de $PM_{2,5}$ à la valeur guide, le gain d'espérance de vie chez les personnes de 30 ans et plus a été estimé à environ 5 mois [4], ce qui se traduirait par une économie de plus de 300 millions d'euros par an.

L'amélioration de la qualité de l'air extérieur constitue donc un enjeu majeur pour la santé publique. Par ailleurs, améliorer la qualité de l'air se traduit également par une réduction conséquente des coûts pour la santé.

Pourquoi une EIS dans les agglomérations de Bayonne et Pau ?

En 2007, des dépassements de la valeur limite des particules ont entraîné la mise en place d'un Plan de protection de l'atmosphère (PPA) dans les agglomérations de Bayonne et Pau afin d'éviter de nouveaux dépassements, conformément à l'article L222-4 du Code de l'environnement. Ces plans ont été approuvés fin 2012 pour l'agglomération de Pau et début 2013 pour Bayonne.

Outre l'aspect purement réglementaire, les PPA sont établis pour répondre à une problématique sanitaire de qualité de l'air. Ainsi, en 2012, la Cire Aquitaine a évalué l'impact sanitaire lié à la pollution atmosphérique dans ces deux agglomérations.

Des EIS avaient déjà été réalisées dans les agglomérations de Bayonne et Pau en 2006 dans le cadre du Plan régional pour la qualité de l'air (PRQA) ; elles portaient sur l'impact des PM_{10} et de l'ozone (O_3) sur l'année 2002 [5,6]. Les EIS présentées ici ont été conduites selon la dernière mise à jour du guide méthodologique publié par l'Institut de veille sanitaire (InVS) en janvier 2013 [7]. Les résultats présentés ici portent sur une période d'étude plus récente (2007-2009), ils prennent en compte l'évolution de la méthode des EIS et la mise en place de nouvelles mesures des particules depuis 2007 (prise en compte de la fraction volatile). En raison de ces évolutions, ces nouveaux résultats ne sont pas directement comparables à ceux des EIS réalisées en 2006. Par ailleurs, ces EIS s'intéressent à l'impact sanitaire des $PM_{2,5}$ car ces particules sont maintenant mesurées en routine par les Associations agréées de la surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) et elles représentent un indicateur pertinent de la pollution particulaire. Enfin, les coûts économiques associés à l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique ont été évalués selon la méthode présentée dans le guide.

Quelle méthode pour évaluer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ?

La méthode des EIS repose sur l'application des relations expositions-risque, issues d'études épidémiologiques menées à grande échelle, à des données d'exposition et sanitaires locales. Les principes sont décrits dans le guide méthodologique *Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ?* proposé par l'InVS [7].

Période d'étude et caractéristiques des zones d'étude

La période d'étude retenue porte sur trois années, de 2007 à 2009.

Les zones d'étude retenues ont été validées avec Airaq, l'Aasqa en région Aquitaine. Les zones doivent répondre 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.

Indicateurs de pollution et sanitaires

Les indicateurs retenus s'appuient sur les données disponibles dans la littérature scientifique. En l'état actuel des connaissances, les EIS portent sur les particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) et l'ozone pour lesquels la causalité d'un lien avec la mortalité d'une part et la morbidité d'autre part est admise [8-10]. Par ailleurs, du fait que les PM_{10} atteignent les voies respiratoires et les poumons, et les $PM_{2,5}$ pénètrent plus profondément dans les poumons, l'étude de l'impact à court terme se fait plutôt sur les PM_{10} alors que celle à long terme se fait sur les $PM_{2,5}$.

Plus précisément :
- l'impact à court terme des PM_{10} et de l'ozone a été calculé sur la mortalité totale non-accidentelle et sur les hospitalisations pour causes cardiaques et respiratoires ;
- l'impact à long terme de l'exposition chronique aux $PM_{2,5}$ a été calculé sur la mortalité totale et la mortalité pour causes cardiovasculaires chez les personnes de 30 ans et plus.

Les mesures des polluants (PM_{10}, $PM_{2,5}$ et O_3) ont été réalisées et fournies par Airaq. Des indicateurs journaliers ont été construits à partir des données horaires de chaque station de mesure retenue, il s'agit des moyennes sur 24 heures pour les PM, et du maximum de la moyenne glissante sur 8 heures pour l'O_3. Les indicateurs journaliers de pollution ont été ensuite moyennés sur l'ensemble des stations.

Les données de mortalité concernent les décès des résidents de la zone d'étude, quel que soit le lieu de décès ; elles ont été fournies par le Centre d'épidémiologie des causes médicales de décès (CépiDc) de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). En ce qui concerne les données des hospitalisations, elles correspondent aux hospitalisations des résidents de la zone d'étude dans les établissements de santé de court séjour publics et privés de la zone. Si un établissement était considéré attractif pour les résidents de la zone mais situé en dehors de la zone, il pouvait être retenu dans l'étude.

Choix des relations expositions-risque

Les relations expositions-risque utilisées pour la réalisation de ces EIS ont été sélectionnées à partir d'une revue de la littérature. Les risques relatifs (RR) utilisés pour le calcul des impacts ainsi que la méthode de calcul sont détaillés dans le guide méthodologique [7] ; ceux issus des études françaises ou européennes ont été préférés aux études américaines quand cela était possible.

Choix des scénarios

Afin de calculer les bénéfices sanitaires attendus si des mesures de réduction des polluants étaient mises en œuvre, deux scénarios ont été étudiés :
- un scénario de réduction de 5 µg /m³ des niveaux journaliers moyens annuels des PM_{10} et $PM_{2,5}$, et de la moyenne des maxima journaliers (sur 8 heures) d'ozone ;
- un scénario de réduction des valeurs annuelles des PM_{10} et $PM_{2,5}$ aux valeurs guides recommandées par l'OMS (20 µg/m³ pour les PM_{10} et 10 µg/m³ pour les $PM_{2,5}$), et une diminution de tous les maxima journaliers (sur 8 heures) d'ozone dépassant 100 µg/m³ qui correspond à la valeur guide de l'OMS.

Seuls les résultats concernant le scénario de diminution de 5 µg/m³ des niveaux de polluants sont présentés dans cette étude. En effet, pour les PM_{10} et $PM_{2,5}$, les bénéfices sanitaires obtenus selon les deux scénarios étaient proches : la diminution des niveaux de fond de 5 µg/m³ revenait à respecter, voire à être en deçà, des valeurs guides de l'OMS. Pour l'O_3, seul le scénario de réduction 5 µg /m³ de la moyenne des maxima journaliers (sur 8 heures) permettait d'obtenir des bénéfices sanitaires.

Valorisation économique

Une estimation des bénéfices économiques potentiels associés à un report de la mortalité à court et long terme, au gain de l'espérance de vie à 30 ans et aux hospitalisations évitées, a été réalisée selon la méthodologie du projet Aphekom [4]. Ce calcul prend en compte les dépenses de santé, le coût de l'absentéisme, les coûts associés à la perte de bien-être, à la qualité et l'espérance de vie.

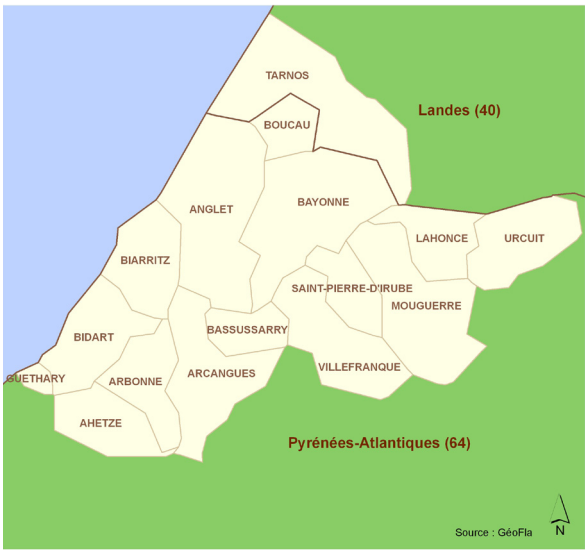
Résultats pour l'agglomération de Bayonne

Caractéristiques de la zone d'étude de l'agglomération de Bayonne

La zone d'étude comprend la commune de Bayonne et 15 communes voisines (figure 1).

I Figure 1 I

Carte de la zone d'étude, agglomération de Bayonne



(source : GeoFla -Arcview)

La zone s'étend sur une superficie de 222 km² et compte 159 544 habitants au recensement de 2009 soit une densité moyenne de 718 habitants par km². Les jeunes âgés de moins de 15 ans représentaient environ 15 % de la population, et les personnes de 65 ans et plus représentaient environ 22 % de la population.

L'analyse des navettes domicile-travail a mis en évidence que près de 85 % de la population active résidaient et travaillaient dans les communes de la zone d'étude.

Description des indicateurs de pollution et des indicateurs sanitaires

Indicateurs de pollution

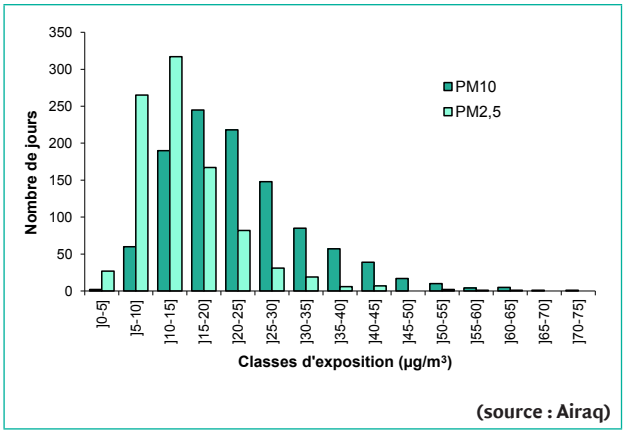
Les deux stations urbaines de fond situées dans la zone d'étude ont été retenues pour la construction des indicateurs d'exposition sur la période 2007-2009, il s'agit des stations de Biarritz (O_3, PM_{10} et $PM_{2,5}$) et de Bayonne – Saint-Crouts (O_3 et PM_{10}).

Selon l'inventaire des émissions de polluants réalisé par Airaq dans le département des Pyrénées-Atlantiques, les émissions de PM_{10} sont principalement dues aux secteurs agricole (30 %), résidentiel (35 %) et routier (18 %). Le secteur résidentiel est également le principal secteur à l'origine des émissions de $PM_{2,5}$ avec 47 % des émissions [11].

Pendant la période d'étude, les niveaux moyens annuels des particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ étaient respectivement de 23 µg/m³ et 14 µg/m³, soit conformes à la réglementation en vigueur en France (respectivement 40 µg/m³ et 25 µg/m³) mais supérieurs aux valeurs guides de l'OMS (respectivement 20 µg/m³ et 10 µg/m³). La figure 2 présente la fréquence de ces concentrations sur la zone d'étude.

I Figure 2 I

Fréquence des concentrations en particules ($PM_{2,5}$ et PM_{10}) dans la zone d'étude de l'agglomération de Bayonne, période d'étude 2007-2009

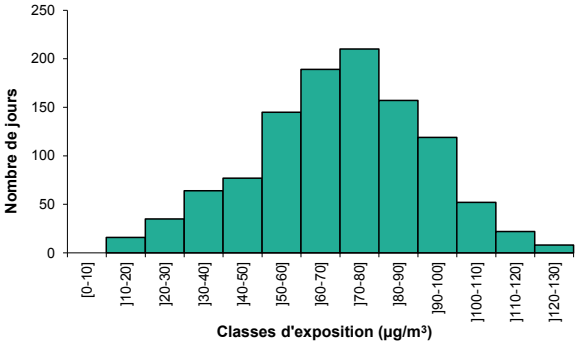


(source : Airaq)

Concernant l'ozone, en moyenne, sur la période d'étude, la concentration maximale journalière sur 8 heures était de 70 µg/m³. La valeur guide de l'OMS fixée à 100 µg/m³ a été dépassée 82 jours pendant la période d'étude. En France, la valeur cible pour la protection de la santé est de 120 µg/m³, cette valeur ne doit pas être dépassée plus de 25 jours par an. Dans l'agglomération de Bayonne, sur la période d'étude 2007-2009, la valeur cible de 120 µg/m³ a été dépassée 8 jours (figure 3).

I Figure 3 I

Fréquence des concentrations d'ozone dans la zone d'étude de l'agglomération de Bayonne, période d'étude 2007-2009



(source : Airaq)

Indicateurs sanitaires

Pour les hospitalisations sur la zone d'étude de l'agglomération de Bayonne, 8 établissements de santé ont été retenus dont un établissement attractif pour les résidents de la zone mais situé en dehors de la zone.

Les nombres annuels de décès et d'hospitalisations pour causes cardiaques et respiratoires sont présentés dans le tableau 1.

I Tableau 1 I

Événements sanitaires dans l'agglomération de Bayonne, moyenne annuelle et taux moyen pour 100 000 habitants, période d'étude 2007-2009

Événements sanitaires	Âge (ans)	Moyenne annuelle	Taux moyen pour 100 000 habitants
Mortalité totale non-accidentelle	tous âges	1 510	946
Hospitalisations cardiaques	tous âges	1 803	1 130
Hospitalisations respiratoires	15-64	556	348
Hospitalisations respiratoires	≥65	631	396
Hospitalisations respiratoires	tous âges	1 523	954
Mortalité totale	>30	1 608	1 466
Mortalité cardiovasculaire	>30	498	454

(sources : CépiDc, PMSI)

Résultats de l'EIS de la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Bayonne

Impact sanitaire à court terme

Une diminution des niveaux de fond des PM_{10} sur l'agglomération de Bayonne de 5 µg/m³ aurait permis de différer 5 décès par an, et d'éviter 9 hospitalisations pour causes respiratoires et 5 pour causes cardiaques.

Concernant l'ozone, en diminuant de 5 µg/m³ la moyenne des maxima journaliers sur 8 heures, 2 décès auraient été différés et 2 hospitalisations pour causes respiratoires auraient été évitées chez des personnes de 65 ans et plus.

Impact sanitaire à long terme

La réduction de 5 µg/m³ de la concentration moyenne annuelle des $PM_{2,5}$ permettrait de différer environ 46 décès dont 27 pour causes cardiovasculaires, soit un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans de près de 5 mois (4,8 mois).

Valorisation économique de l'impact sanitaire

L'impact économique de la diminution de 5 µg/m³ des niveaux de $PM_{2,5}$ à long terme a été évaluée à plus de 75 millions d'euros par an.

Les bénéfices associés aux impacts à court terme des PM_{10} et de l'ozone sont nettement plus faibles, mais restent tout à fait conséquents avec un gain annuel respectif d'environ 500 000 euros et 200 000 euros pour une réduction de 5 µg/m³ des niveaux moyens de PM_{10} et de la moyenne des maxima journaliers d'ozone.

Les chiffres clés – Bayonne

À court terme

Diminuer les concentrations moyennes annuelles de PM_{10} de 5 µg/m³ conduirait chaque année à :
- reporter près de 5 décès ;
- éviter 14 hospitalisations pour causes respiratoires et cardiaques.

Correspondant à une économie d'environ 500 000 euros.

Le gain sanitaire lié à la réduction des niveaux d'ozone est de moins de 5 décès et hospitalisations par an, et correspondrait à une économie d'environ 200 000 euros par an.

À long terme

Diminuer les concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ de 5 µg/m³ conduirait à :
- reporter près de 50 décès par an ;
- soit un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans d'environ 5 mois.

Correspondant à une économie de plus de 75 millions d'euros par an.

Résultats pour l'agglomération de Pau

Caractéristiques de la zone d'étude de l'agglomération de Pau

La zone d'étude comprend 33 communes dont Pau (figure 4).

I Figure 4 I

Carte de la zone d'étude, agglomération de Pau

(source : GeoFla -Arcview)

La zone s'étend sur une superficie de 325 km² et compte 166 506 habitants au recensement de 2009 soit une densité moyenne de 512 habitants par km². Les jeunes, âgés de moins de 15 ans, représentaient environ 16 % de la population, et les personnes de 65 ans et plus représentaient environ 18 % de la population.

L'analyse des navettes domicile-travail a mis en évidence que près de 85 % de la population active résidaient et travaillaient dans les communes de la zone d'étude.

Description des indicateurs de pollution et des indicateurs sanitaires

Indicateurs de pollution

Les deux stations urbaines de fond situées dans la zone d'étude ont été retenues pour la construction des indicateurs d'exposition sur la période 2007-2009, il s'agit des stations de Billère (O_3, PM_{10} et $PM_{2,5}$) et de Pau le Hameau (O_3 et PM_{10}).

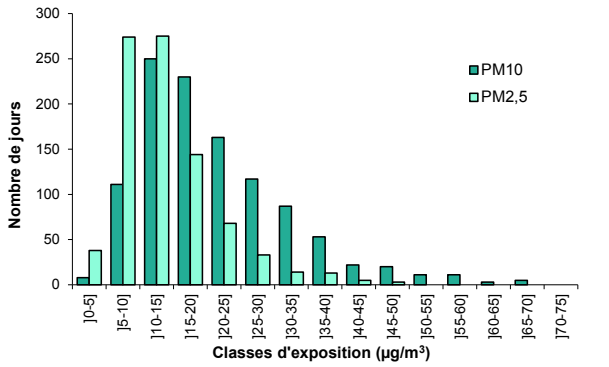
Concernant les émissions de polluants, les données étant départementales, il s'agit des mêmes données que celles présentées pour l'agglomération de Bayonne. Dans le département des Pyrénées-Atlantiques, les émissions de PM_{10} sont principalement dues aux secteurs agricole (30 %),

résidentiel (35 %) et routier (18 %). Concernant les émissions de $PM_{2,5}$, le secteur résidentiel est également le principal secteur à l'origine de leurs émissions avec 47 % des émissions de $PM_{2,5}$ [11].

Pendant la période d'étude, les niveaux moyens annuels des particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ étaient respectivement de 21 µg/m³ et 14 µg/m³, soit conformes à la réglementation en France (respectivement 40 µg/m³ et 25 µg/m³) mais supérieurs aux valeurs guides de l'OMS fixées pour ces polluants (*i.e* 20 µg/m³ et 10 µg/m³). La figure 5 présente la fréquence de ces concentrations observées sur la zone d'étude.

I Figure 5 I

Fréquence des concentrations en particules ($PM_{2,5}$ et PM_{10}) dans la zone d'étude de l'agglomération de Pau, période d'étude 2007-2009

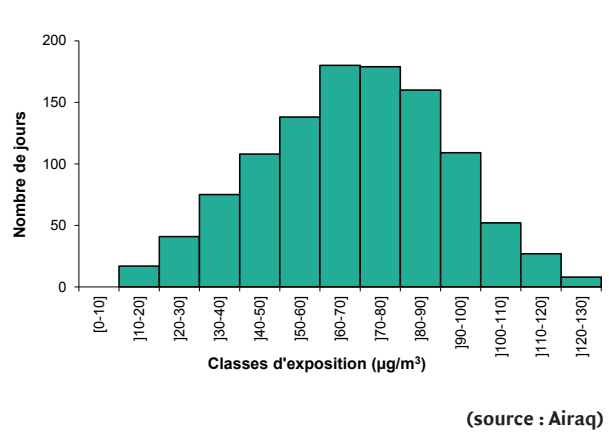


(source : Airaq)

Pendant la période d'étude, la concentration maximale journalière sur 8 heures d'ozone était en moyenne de 69 µg/m³ ; la valeur guide de l'OMS fixée à 100 µg/m³ a été dépassée 87 jours pendant cette période. La valeur cible pour la protection de la santé en France (120 µg/m³) a été dépassée 8 fois sur la période de 2007 à 2009 (figure 6).

I Figure 6 I

Fréquence des concentrations d'ozone dans la zone d'étude de l'agglomération de Pau, période d'étude 2007-2009



(source : Airaq)

Indicateurs sanitaires

Concernant les hospitalisations pendant la période d'étude, cinq établissements de santé situés dans la zone d'étude de l'agglomération de Pau ont été retenus.

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

I Tableau 2 I

Événements sanitaires dans l'agglomération de Pau, moyenne annuelle et taux moyen pour 100 000 habitants, période d'étude 2007-2009

Événements sanitaires	Âge (ans)	Moyenne annuelle	Taux moyen pour 100 000 habitants
Mortalité totale non-accidentelle	tous âges	1 278	767
Hospitalisations cardiaques	tous âges	2 003	1 203
Hospitalisations respiratoires	15-64	550	330
Hospitalisations respiratoires	≥65	609	366
Hospitalisations respiratoires	tous âges	1 684	1 011
Mortalité totale	>30	1 330	1 269
Mortalité cardiovasculaire	>30	386	369

(sources : CepiDc, PMSI)

Résultats de l'EIS de la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Pau

Impact sanitaire à court terme

Le scénario de réduction des niveaux de fond des PM_{10} de 5 µg/m³ sur l'agglomération de Pau aurait permis de différer 4 décès par an, et d'éviter 10 hospitalisations pour causes respiratoires et 6 pour causes cardiaques.

Pour l'ozone, la diminution de 5 µg/m³ de la moyenne des maxima journaliers sur 8 heures aurait permis de différer 2 décès et d'éviter 2 hospitalisations pour causes respiratoires chez des personnes de plus de 64 ans.

Impact sanitaire à long terme

Pour une réduction de la moyenne annuelle de $PM_{2,5}$ de 5 µg/m³, le gain sanitaire potentiel a été estimé à près de 40 décès dont 21 pour causes cardiovasculaires, correspondant à un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans de près de 5 mois (4,8 mois).

Valorisation économique de l'impact sanitaire

Les bénéfices économiques associés à l'impact à long terme des $PM_{2,5}$ ont été évalués à environ 75 millions d'euros par an si les niveaux annuels étaient réduits de 5 µg/m³.

L'impact économique de la diminution des niveaux de PM_{10} et de l'ozone à court terme est nettement plus faible, mais reste tout à fait conséquent avec un gain annuel respectif d'environ 400 000 euros et 200 000 euros pour une réduction de 5 µg/m³ des niveaux moyens des PM_{10} et de la moyenne des maxima journaliers d'ozone.

Les chiffres clés - Pau

À court terme

Diminuer les concentrations moyennes annuelles de PM_{10} de 5 µg/m³ conduirait chaque année à :
- reporter près de 4 décès ;
- éviter 16 hospitalisations pour causes respiratoires et cardiaques.

Correspondant à une économie d'environ 400 000 euros.

Le gain sanitaire lié à la réduction des niveaux d'ozone est de moins de 5 décès et hospitalisations par an, et correspondrait à une économie d'environ 200 000 euros par an.

À long terme

Diminuer les concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ de 5 µg/m³ conduirait à :
- reporter près de 40 décès par an ;
- soit un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans d'environ 5 mois.

Correspondant à une économie de plus de 75 millions d'euros par an.

Conclusion

Un impact collectif important

Alors que les niveaux de polluants (PM_{10}, $PM_{2,5}$ et O_3) relevés dans les stations urbaines de fond des agglomérations de Bayonne et Pau respectent la réglementation en vigueur en France, l'impact de la pollution atmosphérique dans ces agglomérations n'est pas négligeable, même si le risque à l'échelle individuelle reste faible. En effet, si les niveaux de fond de la pollution particulaire étaient réduits de 5 µg/m^3 sur les agglomérations de Bayonne et Pau, cela aurait permis de reporter près de 100 décès et éviter environ 30 hospitalisations chaque année. Par ailleurs, l'impact sanitaire en termes d'espérance de vie est considérable puisque, dans ces deux agglomérations, le gain d'espérance de vie à 30 ans a été estimé à près de 5 mois. Ceci représenterait un gain attendu d'environ 150 millions d'euros par an.

L'impact sanitaire estimé dans cette étude représente celui de la pollution atmosphérique urbaine dans son ensemble, et non pas celui d'un polluant en particulier. En effet, la pollution de l'air est un mélange complexe, les polluants étudiés sont des traceurs de la pollution atmosphérique. Il faut également souligner que les événements de santé pris en compte dans cette étude sont les effets les plus graves (décès, hospitalisations), et ne représentent qu'une partie de l'ensemble des impacts de la pollution de l'air. Les passages aux urgences ou les pathologies traitées en médecine ambulatoire, qui peuvent être liés à la pollution atmosphérique et touchent une part plus importante de la population, ne sont pas pris en compte. Les résultats présentés constituent un ordre de grandeur minimal de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine et sous-estiment donc l'impact réel de la pollution.

Une action possible pour améliorer la santé de la population

Cette étude montre qu'une action est possible pour préserver la santé de la population en diminuant les niveaux de polluants, particulièrement les $PM_{2,5}$ dont l'impact est tout à fait substantiel dans les agglomérations de Bayonne et de Pau à la fois en termes sanitaires et économiques.

Ces résultats doivent ainsi encourager la mise en œuvre de politiques publiques d'amélioration de la qualité de l'air au niveau local. En effet, il n'existe pas de seuil en deçà duquel la pollution atmosphérique n'a pas d'effet sur la santé. L'enjeu de santé publique est donc de réduire le risque de la population car toute baisse de la pollution se traduirait par une diminution des effets sur la santé.

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. Il est donc nécessaire d'agir au quotidien, et non pas uniquement lors des épisodes de pollution.

L'amélioration de la qualité de l'air est un des objectifs du Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE), lancée en septembre 2010 en Aquitaine. Dans le cadre de ce schéma, des actions sont définies en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de développement des sources locales et renouvelables d'énergie et d'amélioration de la qualité de l'air, dans une approche globale et intégrée au niveau territorial.

Références bibliographiques

[1] Blanchard M, *et al*. 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 ; juin 2008.

[2] Lefranc A, *et al*. Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; novembre 2006.

[3] Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe. http://www.aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=4846eb19-df8a-486e-9393-1b7c7ac78ce3&groupId=10347.

[4] 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.

[5] Cire Aquitaine. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Agglomération de Bayonne. Impact à court et long terme. Cire Aquitaine. Saint-Maurice, juin 2006, 28 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr/publications/2006/pollution_bayonne/index.html.

[6] Cire Aquitaine. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Agglomération de Pau. Impact à court et long terme ; juillet 2006. Cire Aquitaine. Saint-Maurice, juillet 2006, 32 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr/publications/2006/pollution_pau/index.html.

[7] Ung A, Pascal M, Chanel O, Corso M, Blanchard M, *et al*. Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ? Guide méthodologique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013.

[8] Anderson HR, Atkinson R, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time series studies of particulate matter (PM) and ozone (O_3). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2004. 80 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/74731/e82792.pdf.

[9] Pope CA, III, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. J Air Waste Manag Assoc 2006;56(6):709-42.

[10] World Health Organisation. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Geneva: WHO; 2005. 22 p.

[11] Inventaire des émissions de polluants atmosphériques Gironde année 2010 ; 2012 (Airaq). Disponible à partir de l'URL : http://www.airaq.asso.fr/10-publications/cat-98-emissions/recherche.html.

Remerciements

La Cire Aquitaine remercie l'association Airaq, Michel Noussitou et Chantal Renault de l'Agence régionale de santé (ARS) Aquitaine, le CépiDc de l'Inserm pour leur contribution dans cette étude, ainsi que l'équipe du programme air et santé de l'InVS pour son appui scientifique.

Mots clés : évaluation de l'impact sanitaire, pollution atmosphérique, particules, ozone, Bayonne, Pau

Citation suggérée :

Gault G, Corso M, Guernion P-Y, Pascal M, Rolland P. Évaluation de l'impact sanitaire à court et long terme de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations de Bayonne et Pau, département des Pyrénées-Atlantiques, 2007-2009. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 8 p. Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr

Institut de veille sanitaire, 12 rue du Val d'Osne 94415 Saint-Maurice Cedex France – Tel. : 33 (0)1 41 79 67 00 – Fax : 33 (0)1 41 79 67 67 – www.invs.sante.fr – **ISSN** : 1958-9719 – **ISBN :** 978-2-11-138322-7 – **ISBN-NET** : 978-2-11-138321-0 – **Réalisation :** Service communication - InVS – **Imprimé par** : France Repro – Maisons-Alfort – Tirage : 103 exemplaires – **Dépôt légal :** juillet 2013