

Études d'interventions sur la qualité de l'air : quels effets sur la santé? Revue de la littérature (1987-2015)

POINTS CLEFS

- D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS), la pollution atmosphérique est responsable chaque année de 3,7 millions de décès prématurés dans le monde. Le nombre d'interventions visant à améliorer la qualité de l'air est croissant et il est nécessaire de documenter les effets sur la santé de ces actions.
- Une revue de la littérature a été réalisée pour recenser les études mesurant les effets sur la santé d'interventions visant à diminuer la pollution atmosphérique. Ce travail a également permis de déterminer les étapes à considérer avant de mettre en place une étude de ce type.
- Des études d'interventions ont été réalisées partout dans le monde. Six types d'interventions ont été identifiés : celles impactant le trafic automobile ou le chauffage domestique, les jeux sportifs, les changements de composition des carburants, les fermetures d'usines, les interventions sur des sources multiples.
- Sur les 65 études identifiées, 47 sont des études épidémiologiques, les seules à même de prouver l'effet de l'intervention sur la santé.
- Il existe une grande variabilité dans les interventions analysées mais la grande majorité des études épidémiologiques fait état d'améliorations de l'état de santé suite aux interventions.
- Dix-huit évaluations quantitatives d'impact sanitaire (EQIS) ont également été identifiées dans cette revue de littérature. Elles ne peuvent pas prouver l'effet de l'intervention sur la santé, mais en utilisant les relations exposition-risque produites par les études épidémiologiques elles permettent de quantifier (le plus souvent prédire) l'impact sanitaire attendu de la mise en œuvre d'une intervention effective ou en projet.
- Outre les bénéfices sanitaires découlant directement de la réduction des niveaux de pollution atmosphérique, ce travail montre également qu'il est utile de réfléchir aux répercussions directes et indirectes, positives ou négatives en termes de santé, que pourrait avoir la mise en œuvre d'une action. Un exemple typique est celui de la promotion de la substitution de la voiture par le vélo pour les déplacements urbains.
- Les résultats de cette revue de littérature devraient encourager les décideurs à entreprendre des démarches en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air.

POURQUOI FAIRE DES ÉTUDES SUR LES INTERVENTIONS VISANT À RÉDUIRE LA POLLUTION DE L'AIR ?

Parce que seules des études scientifiques mesurant les effets sanitaires d'interventions visant à améliorer la qualité de l'air peuvent apporter des résultats objectifs.

Ces résultats peuvent encourager les décideurs à mettre en place des interventions pour lutter contre la pollution atmosphérique.

Ces études peuvent aussi apporter des connaissances supplémentaires sur les liens qui existent entre polluants de l'air et effets sur la santé.

QUELS ENSEIGNEMENTS PEUT-ON TIRER DE CETTE REVUE DE LITTÉRATURE ?

Cette revue de littérature avait pour objectif de recenser les études mesurant les effets sur la santé d'interventions visant à diminuer la pollution atmosphérique. En plus de deux revues de la littérature récentes, les nouveaux articles publiés depuis 2011 ont été retenus. Au total 65 articles ont été inclus dans cette revue et analysés.

Il existe deux grandes approches parmi les études d'intervention : les approches épidémiologiques et les évaluations quantitatives d'impact sanitaire (EQIS). Les premières permettent d'établir un éventuel lien entre diminution de la pollution

atmosphérique et amélioration de la santé. Les EQIS utilisent des relations exposition-risque produites par d'autres études épidémiologiques pour quantifier (le plus souvent prédire) l'effet d'un changement d'exposition à la pollution sur la santé ; elles n'apportent pas de connaissances supplémentaires sur le lien entre pollution et santé. Sur les 65 études, 47 sont des études épidémiologiques et 18 sont des EQIS (5 sur des interventions effectives et 13 sur des interventions projetées).

Les interventions visant à réduire la pollution de l'air sont nombreuses

Depuis plusieurs années, de plus en plus d'interventions visant à lutter contre la pollution de l'air sont mises en place. Elles visent à faire baisser les concentrations d'un ou plusieurs polluants dans l'atmosphère. Ces actions peuvent être temporaires ou définitives, à petite ou grande échelle.

Le nombre d'interventions visant à réduire la pollution de l'air augmente partout dans le monde

Cette revue de littérature recense des études d'interventions réalisées sur plusieurs continents. La majorité des études traitent d'interventions faites en Europe et en Asie. Plusieurs travaux sont relatifs à des actions menées en Amérique du Nord et du Sud, et en Australie.

Il existe plusieurs types d'interventions

En fonction des sources d'émissions et des polluants visés, différentes interventions ont été mises en place. Dans cette revue, les interventions recensées ont été classées en plusieurs familles. Le tableau 1 présente les cibles des interventions et leurs caractéristiques.

I TABLEAU 1 I

Récapitulatif des études d'interventions recensées dans la revue de littérature et leurs caractéristiques.

Cible des interventions	Lieux	Indicateurs d'exposition	Indicateurs de santé	Types d'étude
Interventions effectives				
Trafic automobile	Japon, Pays-Bas, États-Unis, Royaume-Uni, Italie	PM, NO _x	Mortalité/Morbidité respiratoire et cardiovasculaires (CV), Pathologies respiratoires, Admissions hospitalières, Naissances prématurées, Faible poids de naissance, eNO ¹ , Fonction respiratoire	8 études épidémiologiques 1 évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS)
Jeux sportifs	États-Unis, Corée, Chine	PM, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , CO, Black Carbon	Mortalité, Consultations pour asthme, Fonctions respiratoire et cardiaque, Dosages de protéines impliquées dans des troubles de la coagulation du sang	15 études épidémiologiques 1 EQIS
Composition des carburants	Taiwan, Chine, Brésil, Europe	PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , SO ₄	Symptômes respiratoires, admissions pour problèmes respiratoires ou CV, mortalités toutes causes, CV, respiratoire	4 études épidémiologiques 1 EQIS
Chauffage domestique	Irlande, Australie, États-Unis	PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂	Mortalité toutes causes, respiratoire et CV, Admissions pour troubles respiratoires et CV, Prévalence troubles et maladies respiratoires	4 études épidémiologiques 0 EQIS
Fermeture d'usine	États-Unis, Allemagne, Australie	PM, NO ₂ , SO ₂	Mortalité toutes causes, Admissions pour problèmes respiratoires, Naissances prématurées	8 études épidémiologiques 0 EQIS
Sources multiples	États-Unis, Chine, Suisse	PM, NO ₂ , O ₃ , CO	Espérance de vie, Admissions pour problèmes respiratoires, Maladies respiratoires, Mortalité et nombre de décès évités	8 études épidémiologiques 2 EQIS
Interventions projetées				
	Monde entier, Europe, Autriche, Espagne, Suède, Turquie, Thaïlande, Nouvelle-Zélande, Ile-de-France, États-Unis,	PM _{2,5} , O ₃	Mortalité, Espérance de vie, Hospitalisations pour asthme, Maladies respiratoires et CV, Cancers, Naissances prématurées	13 EQIS

1 L'oxyde nitrique exhalé (eNO) est un marqueur de l'inflammation des voies respiratoires.

La plupart des études analysées dans cette revue traitent d'interventions effectives. Les études analysant ces interventions sont pour la plupart des études épidémiologiques (47 études vs 5 EQIS).

Parmi les études épidémiologiques, la très grande majorité des études de cette revue s'appuie pour évaluer les expositions à la pollution atmosphérique sur des données relevées par des stations de mesures de la pollution ambiante, les mesures individuelles étant plus rarement utilisées. En l'absence de mesures, ce sont des modélisations des niveaux de polluants dans l'air qui sont retenus. Elles tiennent compte des émissions de polluants, du volume du trafic automobile, de l'altitude, de la hauteur et de la largeur des voies, du pourcentage de surface bâtie résidentielle, de la densité de population, ... Deux études épidémiologiques font exception en utilisant comme seul marqueur d'exposition l'intervention elle-même (avec/sans).

D'autres articles traitent d'interventions projetées (13). Ces évaluations peuvent s'avérer utiles pour prédire l'impact d'un projet futur et aider à en planifier le développement. La quantification des impacts sanitaires est dans ce cas traitée par des EQIS et, les données d'exposition sont toujours issues de modélisations.

Les effets sanitaires des interventions sont encourageants

La grande majorité des études identifiées pour cette revue font état d'améliorations de l'état de santé suite aux différentes interventions :

- dans le groupe d'interventions impactant le trafic automobile, il s'agit d'action « pérennes » visant à réduire la circulation automobile. Les études épidémiologiques d'interventions impliquant la mise en place de péages urbains ou le décongestionnement des routes montrent les résultats les plus encourageants.
- dans le groupe des jeux sportifs, sont rassemblées les études analysant les impacts de mesures de réduction de l'activité industrielle ou de la circulation automobile accompagnant l'organisation de rassemblements sportifs. Ces interventions peuvent donc cibler différentes sources de polluants. La spécificité de ce type d'intervention réside dans la nature ponctuelle des mesures mises en place. Quels que soient les indicateurs d'exposition choisis, toutes les études concluent à une réduction des niveaux de pollution et à une amélioration de l'état de santé pendant la période des jeux.
- pour les études analysant les effets de la mise en œuvre de mesures visant à modifier les composants des carburants, les résultats des études sont positifs sur la qualité de l'air et sur la santé. Par exemple, les mesures prises pour diminuer les taux de SO₂ et de plomb dans l'air montrent les résultats les plus marqués.
- pour les interventions relatives au chauffage domestique, ciblant plus particulièrement l'utilisation de combustibles végétaux en tant que source d'énergie, l'interprétation des résultats n'est pas toujours évidente, notamment en termes de mortalité et d'admissions hospitalières pour problèmes respiratoires. En effet, les populations étudiées sont souvent de taille réduite, ce qui pose problème pour l'interprétation.
- les études analysant les effets de l'arrêt de fonctionnement d'usines montrent que celui-ci apporte des résultats bénéfiques sur les niveaux de pollution et sur la santé.

- dans les interventions sur des sources multiples, notamment des actions de réduction du trafic et d'émissions industrielles, et des actions réglementaires se déroulant surtout sur le long terme, les études font état de résultats positifs en termes de réduction des niveaux de polluants et d'amélioration de l'état de santé.

Quel que soit le type d'intervention qu'elles traitent, les études épidémiologiques avec comparaison de plusieurs zones géographiques mettent en évidence des différences de résultats entre ces zones. Ainsi, les impacts d'une même intervention peuvent varier selon les régions, les zones urbaines et non urbaines, ou encore selon les quartiers d'une ville.

Les résultats obtenus par type d'intervention sont résumés dans le tableau 2.

TABLEAU 2 |

Résultats des études épidémiologiques selon le type d'intervention.

Cible des interventions	Nombre d'études épidémiologiques	Nombre d'études mettant en évidence une baisse des concentrations et un effet favorable sur la santé
Trafic automobile	8	8
Jeux sportifs	15	15
Composition des carburants	4	3
Chauffage domestique	4	4
Fermeture d'usine	8	7
Sources multiples	8	8

Les études de l'impact d'interventions projetées

Sur la base de la nature des interventions envisagées, les évolutions des niveaux de polluants atmosphériques à la suite de la mise en œuvre de l'intervention sont modélisées. Il est alors possible, par la méthode d'EQIS, de prévoir les impacts sanitaires attendus de ces évolutions. Dans les études recensées ici, les scénarios prévisionnels de réduction des niveaux de pollution sont associés à des améliorations de l'état de santé à la suite de l'intervention, notamment pour les interventions favorisant le remplacement de la voiture par le vélo dans les trajets urbains.

Les limites de l'exercice

Dans les travaux analysés, il ne faut pas exclure un biais de publication éventuel, les études ayant montré des résultats positifs sur la pollution de l'air et sur la santé étant potentiellement plus facilement publiées que celles ne montrant pas d'effet. Une évaluation systématique des mesures de gestion prévues ou mises en œuvre permettrait de s'affranchir plus facilement du biais éventuel de publication.

Les interventions peuvent avoir des effets indirects

Toute intervention visant à réduire la pollution atmosphérique peut avoir des conséquences indirectes. Ces conséquences peuvent avoir des effets bénéfiques ou néfastes sur la santé. Par exemple, la mise en place de péages urbains peut diminuer les émissions polluantes en centre-ville mais les amplifier en banlieue. Une intervention de type fermeture d'usine peut diminuer l'exposition aux polluants mais aussi être à l'origine de pertes d'emplois et engendrer du stress et des maladies chez la population concernée. À l'opposé certaines interventions type restriction du trafic routier peuvent avoir des effets indirects bénéfiques, comme la diminution de l'exposition au bruit de la population. Le changement de trajets en voiture par le vélo peut également favoriser l'activité physique avec des bénéfices pour la santé.

Il faut toujours penser à prendre en considération l'ensemble des conséquences directes et indirectes, positives ou négatives en termes de santé, que peut avoir une action visant à améliorer la qualité de l'air.

Toute évaluation d'une intervention devrait suivre une mise en œuvre par étapes

La mise en place d'une étude d'évaluation d'une intervention devrait suivre un cheminement par étapes :

Prendre connaissance de la nature et des caractéristiques de l'intervention

La nature et les caractéristiques de l'intervention constituent des éléments déterminants à prendre en compte dans l'évaluation de toute intervention.

Déterminer l'objectif de l'étude

L'objectif de l'étude peut-être de chercher à établir une nouvelle relation entre le changement d'exposition à la pollution et son effet sur la santé.

Il peut également s'agir de quantifier les effets sur la santé d'une amélioration observée ou modélisée de la qualité de l'air, en se basant sur les relations établies entre changement d'exposition à la pollution et effets sur la santé.

Choisir le type d'étude

La mise en place d'une étude épidémiologique suppose que soient disponibles les données de santé à une échelle temporelle et spatiale compatibles avec celles des actions mises en œuvre dans le cadre de l'intervention. Le type d'étude épidémiologique et les méthodes d'analyse les plus pertinentes doivent être sélectionnées, au cas par cas. Le coût de l'étude doit également être pris en compte. Dans certains cas, la réalisation d'une étude épidémiologique est impossible ou difficile à mettre en œuvre.

Les EQIS présentent l'avantage de leur facilité de mise en œuvre à un coût modéré mais il convient de s'assurer d'une part, de l'existence d'un lien de causalité entre l'exposition et l'effet sanitaire étudié, et d'autre part, du choix d'une relation exposition-risque robuste et établie dans des conditions les plus proches possibles de celles de l'intervention étudiée.

Choisir les indicateurs de santé

Dans le cas des EQIS, le choix des indicateurs sanitaires se limite à ceux pour lesquels on sait qu'il existe un lien de causalité avec le(s) polluant(s) d'intérêt.

Pour les études épidémiologiques écologiques, il convient de choisir des données agrégées recueillies en routine telles que le nombre d'hospitalisations, la mortalité...

Pour les études épidémiologiques reposant sur des données de santé individuelles, le choix est plus libre. Dans cette revue par exemple, on retrouve des études s'intéressant aux capacités respiratoires ou à des taux sanguins de protéines impliquées dans des maladies cardiovasculaires.

Choisir les indicateurs d'exposition

Les indicateurs d'exposition sont choisis en fonction du type d'intervention mise en place. La plupart des études, quel que soit le type d'intervention qu'elles analysent, prennent en considération les concentrations dans l'air extérieur de polluants pour lesquels un lien de causalité entre l'exposition et la survenue d'un événement sanitaire a été établi : les particules fines (PM), l'O₃, le NO₂ et le SO₂.

Le recueil de données de mesure relevées par des stations de mesures de la pollution ambiante est plus simple à mettre en œuvre que celui de données individuelles. En l'absence de mesures des concentrations dans l'air il est possible de développer des modélisations de ces niveaux.

Temporalité de l'étude (démarrage, durée du suivi)

Une étude d'intervention doit être conçue avant le début de l'intervention, ce point est fondamental.

Quel que soit le type d'étude, pour interpréter les résultats, il est important de disposer de données de référence avant l'intervention, et de connaître les tendances temporelles des indicateurs choisis.

Il peut y avoir un délai entre le changement dans l'exposition à la pollution de l'air et le retentissement sur la santé suite à l'intervention, c'est pourquoi il est nécessaire de suivre des indicateurs sanitaires suffisamment longtemps après une intervention pour mesurer de potentiels effets différés. Cependant, plus le suivi est long, plus le risque de biais est majoré car des facteurs extérieurs à l'intervention sont susceptibles d'avoir une influence sur les résultats.

EN CONCLUSION

Il existe une grande variabilité dans les interventions analysées mais la grande majorité des études épidémiologiques fait état d'améliorations de l'état de santé suite aux interventions.

Il paraît important d'identifier les étapes à considérer avant de mettre en place une étude d'intervention, et de penser à prendre en compte les répercussions directes et indirectes de l'intervention.

Les études épidémiologiques et les EQIS d'une intervention ont vocation à s'intégrer dans les activités de surveillance des liens entre pollution atmosphérique et santé. Les études

épidémiologiques sont les seules à pouvoir établir un éventuel lien entre diminution de la pollution atmosphérique et amélioration de la santé. En estimant le bénéfice sanitaire en lien avec les améliorations de la qualité de l'air, les EQIS peuvent contribuer à l'évaluation des politiques publiques.

Il n'existe pas de méthode qui conviendrait à l'étude de toute intervention sur la pollution atmosphérique. La sélection de la

méthode adéquate se fait par un processus intégrant la nature et les caractéristiques de l'intervention, les objectifs, la finalité et les moyens disponibles (faisabilité) pour l'étude.

Les résultats de cette revue de littérature devraient encourager les décideurs à entreprendre des démarches favorables à l'amélioration de la qualité de l'air.

Contact

Sylvia Medina, Direction santé et environnement (sylvia.medina@santepubliquefrance.fr)

Pour plus d'informations

Les documents ci-dessous sont accessibles en ligne à l'adresse suivante :

<http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Air-et-sante/Publications>

- Rapport : Étude d'interventions sur la qualité de l'air : quels effets sur la santé ? Revue de la littérature (1987-2015)
- Rapport et synthèse : Évaluation quantitative d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine en France : bilan des études locales et retours des parties prenantes
- Rapport et synthèse : Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique
- BEH : Analyse des gains en santé de plusieurs scénarios d'amélioration de la qualité de l'air en France continentale
- Synthèse : Quelle est la part des pics de pollution dans les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans les villes de France ?
- Brochure : La prévention de la mortalité attribuable à la pollution atmosphérique : Pourquoi agir maintenant ?

Nous remercions

- Sabine Host (ORS-Ile-de-France), Claire Ségala (SEPIA), Agnès Lefranc (InVS - DSE), Florence Kermarec, Mathilde Pascal, Pascal Beaudeau et Sébastien Denys (Santé publique France, Direction santé et environnement) pour la relecture du rapport et de la synthèse
- Edwige Bertrand (Santé publique France, Direction de la documentation et des archives) pour l'aide à la recherche bibliographique

Mots clés : pollution atmosphérique, revue de littérature, effets sur la santé d'études d'interventions

Citation suggérée :

Duchesne L., Medina S. Études d'interventions sur la qualité de l'air : quels effets sur la santé ? Revue de la littérature. Saint-Maurice : Santé publique France ; 2016. 6 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr