

## BÉNÉFICES ATTENDUS DE LA MISE EN ŒUVRE D'UNE ZONE À FAIBLES ÉMISSIONS MOBILITÉ SUR LA SANTÉ DES ENFANTS : CAS DE L'AGGLOMÉRATION PARISIENNE

// EXPECTED HEALTH BENEFITS OF A LOW EMISSIONS ZONE FOR CHILDREN LIVING IN THE PARIS AGGLOMERATION

Sabine Host<sup>1</sup> (sabine.host@institutparisregion.fr), Adrien Saunal<sup>1</sup>, Fabrice Joly<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Observatoire régional de santé d'Île-de-France, Paris

<sup>2</sup> Airparif, Paris

L'article a été rédigé à partir d'un rapport publié en 2018 par l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, en collaboration avec Airparif et Santé publique France. [https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/2018/Etude2018\\_8/ORS\\_benefices\\_sanitaires\\_attendus\\_ZFE\\_vd.pdf](https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/2018/Etude2018_8/ORS_benefices_sanitaires_attendus_ZFE_vd.pdf)

Soumis le 21.06.2022 // Date of submission: 06.21.2022

### Résumé // Abstract

**Introduction** – La mise en œuvre de zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m), dispositifs emblématiques de la lutte contre la pollution atmosphérique, se heurte parfois à un manque d'acceptabilité sociale. Afin d'accompagner le dimensionnement de ces zones, l'Observatoire régional de santé (ORS) d'Île-de-France a développé, avec Airparif et Santé publique France, une approche innovante d'évaluation prospective de leurs bénéfices sanitaires. Une illustration des bénéfices attendus en matière de survenue de pathologies chez l'enfant (asthme et faible poids de naissance) est présentée dans cet article.

**Méthode** – Cette évaluation prospective repose sur des méthodes d'évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS). Elle s'appuie sur des relations concentration-risque mises en regard de la fréquence des effets sanitaires étudiés et d'un différentiel d'exposition. Ce dernier a été estimé par le croisement de données de population géoréférencées au bâtiment avec les baisses de concentration en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) modélisées par Airparif à une résolution fine. Le nombre attendu de nouveaux cas de pathologies évitables chez l'enfant du fait de ces baisses a été évalué au sein d'une zone d'étude délimitée par le contour de la Francilienne, pour quatre scénarios de mise en œuvre d'une ZFE-m (deux périmètres et deux niveaux de restriction étudiés).

**Résultats** – Cette évaluation indique que la mise en œuvre du dispositif engendrerait des bénéfices sanitaires, quel que soit le scénario considéré, et que le paramètre « périmètre » est au moins aussi déterminant que le paramètre « niveau de restriction ». Ainsi, entre 50 et 170 naissances de faibles poids et entre 830 et 2 930 cas d'asthme annuels ou encore entre 190 et 700 recours aux urgences pour asthme pourraient être évités. Les résultats montrent aussi que les populations résidant au-delà du périmètre de restriction bénéficieraient aussi d'une amélioration de leur santé.

**Introduction** – Lack of social acceptability can sometimes hamper the introduction of low-emission zones, an emblematic measure in the fight against air pollution. In order to support the scaling of these zones, the Île-de-France Regional Health Observatory (ORS) has developed, with Airparif and Santé publique France, an innovative approach to the prospective evaluation of associated health benefits. An illustration of the expected benefits regarding the incidence of pathologies in children (asthma and low birth weight) is presented in this article.

**Methods** – This prospective assessment is based on the methodology of a quantitative health impact assessment (QHIA). It relies on concentration-risk relationships set against the frequency of the health effects studied and an exposure differential. The latter was estimated by crossing georeferenced population data at the building level with fine-resolution modelling of reductions in nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) concentration provided by Airparif. The estimated number of new preventable cases of childhood pathologies following such reductions was evaluated for a study area delineated by the Francilienne outer ring-road, using four low-emission zone scenarios (two perimeters and two levels of restriction studied).

**Results** – This assessment indicates that the implementation of the scheme would generate health benefits regardless of the scenario considered, and that the "perimeter" parameter is at least as decisive as the "restriction level" parameter. According to the scenario, a low-emission zone could prevent between 50 and 170 cases of low birth weight and between 830 and 2,930 cases of childhood asthma per year, as well as 190 to 700 emergency room visits for childhood asthma. Furthermore, the results show that populations residing beyond the perimeter of the restricted zone would also experience health benefits.

**Mots-clés** : Pollution de l'air, EQIS, Zone à faibles émissions mobilité, Faible poids de naissance, Asthme

// **Keywords** : Air pollution, QHIA, Low emission zone, Low birth weight, Asthma

## Introduction

L'exposition à la pollution de l'air favorise le développement de pathologies chroniques graves, en particulier des pathologies cardiovasculaires, respiratoires et des cancers. Cela se traduit par une augmentation de la mortalité, une baisse de l'espérance de vie et un recours accru aux soins. Un nombre croissant d'études pointent également des impacts sur les maladies endocriniennes, neurologiques ou encore sur la reproduction et le développement de l'enfant. Les enfants constituent un public particulièrement sensible à la pollution de l'air, sachant que les dommages causés par la pollution de l'air commencent dès la gestation<sup>1</sup>.

Ces effets sanitaires sont observés pour des niveaux d'exposition couramment rencontrés dans l'agglomération parisienne. Ainsi la pollution de l'air reste un problème majeur de santé publique dans la région, et ce malgré une baisse continue des concentrations de polluants sur les deux dernières décennies<sup>2</sup>. Parmi les nombreux émetteurs de polluants atmosphériques, le trafic routier constitue une source prépondérante et particulièrement préoccupante, en raison de l'intensité et de la nature des émissions (oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et particules), ainsi que de l'urbanisation dense à proximité des voies à grande circulation.

Agir pour réduire les expositions à la pollution de l'air constitue un véritable enjeu notamment pour la santé des enfants. À ce titre, des travaux ont montré que la réduction de la pollution de l'air, même faible, était très efficace pour réduire les symptômes d'asthme. En particulier, une étude de suivi de trois cohortes de 4 602 enfants de 5 à 18 ans, menée de 1993 à 2012 dans 8 villes du sud de la Californie, a mesuré l'évolution de la prévalence des symptômes de toux chronique ou d'irritation chronique des bronches et montre une association avec une réduction des concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Cette étude a notamment montré qu'une réduction faible des niveaux d'émission (de l'ordre de 3 à 5 ppb (partie par milliard) pour le NO<sub>2</sub>) a entraîné une diminution de la prévalence des symptômes de l'ordre de 10% chez les asthmatiques et de 2% chez les non-asthmatiques<sup>3</sup>.

Afin de lutter contre les émissions du trafic routier, plus de 247 agglomérations dans 13 pays européens, ont instauré des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m)<sup>4</sup>. Ces zones permettent un renouvellement accéléré des véhicules les plus anciens et les plus émetteurs de polluants en restreignant leur accès aux centres urbains. Dans cette optique, la loi d'orientation des mobilités du 24 décembre 2019<sup>(1)</sup>, rend obligatoire le déploiement de telles zones dans les villes soumises à des dépassements réglementaires de concentration en polluants atmosphériques. Les collectivités peuvent définir les modalités d'accès à ces zones : périmètre géographique, véhicules concernés (identifiés par les vignettes

Crit'air matérialisant les certificats qualité de l'air qui classent les véhicules en fonction de leurs émissions polluantes), modalités horaires et journalières. En août 2021, la loi climat et résilience a étendu le dispositif à toutes les agglomérations de plus de 150 000 habitants (soit 33 agglomérations supplémentaires). Ces nouvelles ZFE-m doivent être mises en œuvre avant le 31 décembre 2024.

Afin d'accompagner le dimensionnement de tels dispositifs, l'Observatoire régional de santé (ORS) d'Île-de-France a développé, en partenariat avec l'observatoire de la qualité de l'air en Île-de-France (Airparif) et Santé publique France, une approche innovante d'évaluation prospective de leurs bénéfices sanitaires qui a fait l'objet d'un guide de Santé publique France<sup>5</sup>. Cette méthode a été appliquée au cas de l'agglomération parisienne, sur la base des premiers scénarios de déploiement impulsés par la ville de Paris, avec pour illustration les bénéfices attendus sur deux indicateurs relatifs à la santé des enfants (incidence de l'asthme et naissances à terme de faible poids) de différents scénarios aux échéances 2018 et 2019, le calendrier réel de mise en œuvre ayant subi un décalage important.

## Méthode

Cette évaluation prospective repose sur la méthode d'évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS). Fondée sur l'existence d'un lien causal établi entre l'exposition et l'effet sanitaire étudié, elle s'appuie sur des relations concentration-risque estimées dans les études épidémiologiques et appliquées aux données sanitaires et environnementales relatives au territoire de mise en œuvre du dispositif. Ces relations, mises en regard de la fréquence des effets sanitaires étudiés et des baisses attendues des niveaux de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) estimées par Airparif, ont permis d'évaluer le nombre de cas qui seraient évités au sein de la zone d'étude, comparativement à une situation où aucune mesure de restriction de circulation ne serait mise en œuvre.

Il s'agit d'une approche prospective basée sur différents scénarios. Ces bénéfices ont été estimés pour quatre dimensionnements possibles de la mesure combinant deux périmètres et deux niveaux d'interdiction. Ces scénarios se basent sur le projet initial de déploiement progressif d'une ZFE-m, impulsé par la ville de Paris en 2015. Ainsi, un périmètre uniquement centré sur Paris et un autre beaucoup plus large, englobant près de 80 communes autour ont été étudiés. De même, deux niveaux de restriction ont été considérés : pour le niveau 1, interdiction des véhicules non classés, Crit'air 5 et 4 au 1<sup>er</sup> juillet 2018, et pour le niveau 2, interdiction des véhicules non classés, Crit'air 5, 4 et 3 au 1<sup>er</sup> juillet 2019. Ces deux niveaux de restriction correspondent respectivement à 7 et 20% des kilomètres parcourus par les véhicules routiers interdits.

<sup>(1)</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039666574/>

Afin de tenir compte d'éventuels impacts au-delà du périmètre du dispositif, la zone d'étude s'étend jusqu'aux contours de la Francilienne (figure 1). Cette zone, bien plus large que ces deux périmètres de la ZFE-m, représente environ 80% de la population d'Île-de-France.

Les estimations des bénéfices sanitaires potentiels attendus présentées dans cette étude sont basées sur l'exposition au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) de la population résidente. Le NO<sub>2</sub> a été choisi en tant qu'indicateur de pollution représentant au mieux la source d'émission liée au trafic routier. En effet, le trafic routier est le principal contributeur aux émissions de NO<sub>x</sub> avec 56% des émissions parisiennes (données Airparif, 2018).

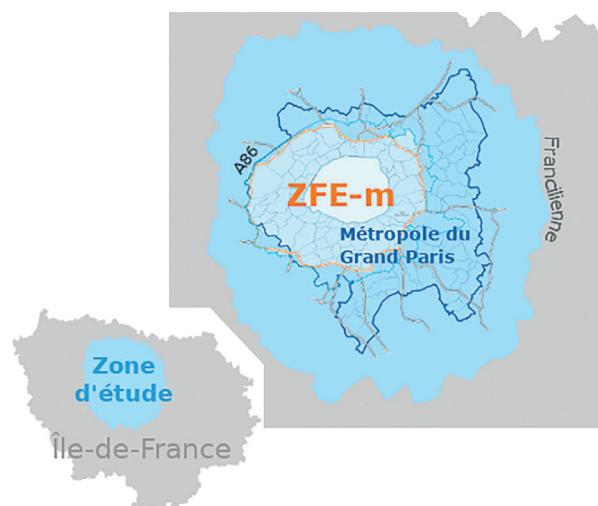
Les baisses attendues des niveaux de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont estimées par Airparif par comparaison avec un scénario sans mise en œuvre de la mesure. Cette évaluation est basée sur l'évolution prospective du parc technologique tout en prenant en compte l'évolution du trafic routier avec la mise en place des restrictions de circulation selon les quatre scénarios. Elle repose sur la modélisation du trafic routier (Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports) et des outils de modélisation des émissions du trafic routier, et se base sur la connaissance du trafic routier à toute heure de la journée (avec prise en compte des phénomènes de report de trafic notamment), des vitesses associées, ainsi que du parc roulant (type de véhicules) et technologique (normes Euro, carburant...) pour les différents scénarios considérés. L'impact sur les concentrations a ensuite été évalué à une résolution de 50 m par 50 m grâce à des outils de modélisation déterministe intégrant à la fois les niveaux en fond (chaîne Esmeralda développée et opérée par Airparif) et la proximité du trafic routier et sa zone d'influence (modèle gaussien ADMS-Urban)<sup>6</sup>.

Les effectifs de population soumis aux modifications de niveaux ont été estimés grâce à un croisement des données géoréférencées de pollution et de population. Les données de population ont été obtenues à partir du recensement de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee, Recensement de la population, 2012) et ventilées au bâtiment sur la base des informations de la BD TOPO® (Institut national de l'information géographique et forestière, 2011) et du mode d'occupation des sols (L'Institut Paris Région, 2012). Des taux d'évolution de la population sur les périodes 2012-2018 et 2012-2019, estimés à l'échelle départementale par L'Institut Paris Région, ont été appliqués.

Les bénéfices sanitaires potentiels étudiés concernent les cas de faibles poids de naissance à terme et la survenue de nouveaux cas d'asthme chez les enfants, ainsi que le recours aux urgences en lien avec cette pathologie. Une revue de la littérature a été réalisée, afin de sélectionner une relation concentration-risque (C-R) pour chaque indicateur (tableau 1). Le choix consiste à obtenir la meilleure

Figure 1

**Zone d'étude (délimitée par le tracé de la Francilienne) et périmètre de la ZFE-m (à l'intérieur du tracé de l'autoroute A86)**



Note : la Francilienne correspond au grand contournement de Paris constitué d'un ensemble d'autoroutes et de voies rapides.  
© ORS-ÎdF 2018.

adéquation possible entre les données utilisées pour l'EQIS (population, indicateurs environnementaux, indicateurs sanitaires) et celles utilisées dans les études épidémiologiques ayant permis de les estimer. Ainsi, cette revue s'est focalisée sur les résultats basés sur des populations françaises et/ou européennes. Concernant le risque de poids de naissance (<2500 g) à terme (>37 semaines d'aménorrhée), il a été retenu celui de Pedersen et al., établi à partir d'une méta-analyse issue du projet européen Escape<sup>7</sup>. Cette étude concernait 50 000 naissances dans des agglomérations européennes, dont Nancy et Poitiers pour la France, et s'appuyait sur un modèle d'exposition avec une résolution spatiale fine. Le risque de survenue de nouveaux cas d'asthme chez l'enfant, retenu pour l'analyse, a été obtenu à partir d'une méta-analyse des études les plus pertinentes identifiées dans la littérature scientifique, de même que le risque de recours aux urgences pour asthme<sup>8</sup>. Nous faisons l'hypothèse que la relation demeure log-linéaire aux concentrations étudiées, comme classiquement observé pour la mortalité, bien que les travaux actuels ne permettent pas d'objectiver la forme de la relation concernant ces indicateurs de morbidité<sup>9</sup>. Les données sanitaires ont été collectées pour l'année 2016 et les taux de survenue de pathologies estimés ont été considérés comme constants sur la période d'étude, donc appliqués à nos estimations prospectives.

## Résultats

Les effectifs de population, le nombre de cas recensés annuellement dans la zone d'étude (contours de la Francilienne) et leur fréquence dans la population, nécessaires aux calculs, sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1

## Population d'étude et données mobilisées pour l'EIQS

Indicateurs sanitaires	Sources	Population d'étude (Insee RP 2012)	Nombre de cas annuels sur la zone d'étude (% de cas)	Relations C-R (IC95%) pour une augmentation de 10 µg/m <sup>3</sup> du niveau de NO <sub>2</sub>
Naissances vivantes (>37 SA) de faible poids (<2500 g)	PMSI, exploitation Périnat-ARS-IdF, 2016	146 388 (effectif naissances)	3 850 (2,63%)	1,09 [1,00-1,19] [7]
Survenue de nouveaux cas de mise sous traitement pour syndromes obstructifs des voies aériennes (au moins 3 délivrances dans l'année parmi une sélection de médicaments de la classe thérapeutique R03)	Sniiram, exploitation Santé publique France, 2016	2 214 666 (effectif 0-17 ans)	100 440 (4,54%)	1,054 [1,013-1,097] [8]
Recours aux urgences pour asthme	Oscour®, exploitation Cire IdF, 2016		20 580 (0,93%)	1,0101 [0,9977-1,0227] [8]

EIQS : évaluation quantitative d'impact sanitaire ; SA : semaines d'aménorrhée ; ARS-IdF : Agence régionale de santé Île-de-France ; C-R : concentration-risque ; IC95% : intervalle de confiance à 95% ; NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote ; Insee RP : Insee recensement de la population ; PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'information ; Sniiram : Système national d'information inter-régimes de l'Assurance maladie ; Oscour® : Organisation de la surveillance coordonnée des urgences ; Cire : Cellule d'intervention en région ; R03 : la classe ATC R03, dénommée « Médicaments pour les maladies obstructives des voies respiratoires », est un sous-groupe thérapeutique de la classification anatomique, thérapeutique et chimique, développé par l'Organisation mondiale de la Santé pour classer les médicaments et autres produits médicaux.

Tableau 2

## Nombre de cas annuels potentiellement évitables grâce aux 4 scénarios de mise en œuvre d'une ZFE-m étudiés

Nombres de cas annuels potentiellement évitables	ZFE-m <sub>Paris</sub> 1	ZFE-m <sub>élargie</sub> 1	ZFE-m <sub>Paris</sub> 2	ZFE-m <sub>élargie</sub> 2
	Niveau restriction 1 (7% des km*)		Niveau restriction 2 (20% des km**)	
Nombre de naissances à terme de faible poids [min-max]	50 [0-110]	100 [0-200]	90 [0-180]	170 [0-330]
Nombre de nouveaux cas d'asthme chez les 0-17 ans [min-max]	830 [200-1 440]	1 630 [400-2 840]	1 540 [380-2 680]	2 930 [730-5 070]
Nombre de recours aux urgences pour asthme chez les 0-17 ans [min-max]	190 [40-350]	390 [80-710]	360 [80-650]	700 [150-1 260]

\* 7% des kilomètres parcourus par les véhicules interdits en circulation.

\*\* 20% des kilomètres parcourus par les véhicules interdits en circulation.

ZFE-m : zone à faibles émissions mobilité ; ORS : Observatoire régional de santé.

L'évaluation montre des bénéfices en matière de baisse du nombre de cas quel que soit le scénario considéré. En effet, toute amélioration de la qualité de l'air est bénéfique pour la santé. Ces baisses s'échelonnent entre 50 et 170 cas pour les naissances de faible poids et entre 830 et 2 930 pour les nouveaux cas d'asthme<sup>(2)</sup> (tableau 2). L'estimation des bénéfices sanitaires attendus est entourée d'incertitudes, intrinsèques à chaque variable utilisée pour le calcul et propres aux hypothèses retenues, mais dans cette étude, seule la « marge d'incertitude » autour du risque est exprimée. Ainsi, l'intervalle de confiance (entre crochets), correspond à la transcription de l'intervalle de confiance à 95% qui encadre la relation C-R. Cela n'intègre pas les incertitudes sur la détermination des concentrations ou autres variables utilisées pour le calcul.

<sup>(2)</sup> Nombres arrondis à la dizaine la plus proche. Dans le texte, seule la valeur centrale est présentée.

Les pourcentages de réduction estimés dans cette étude montrent que la mise en œuvre de ce dispositif représente un levier d'action pour la prévention des pathologies considérées. Ce levier représente jusqu'à 7,7% de baisse de l'ensemble des naissances de faible poids à l'intérieur du périmètre de restriction de la circulation (tableau 3).

Les bénéfices en matière de recours aux urgences pour asthme chez les 0-17 ans potentiellement évitables sont présentés dans le tableau 2. Le nombre de cas annuels évités s'échelonne entre 190 et 700, représentant au sein du périmètre d'application de la mesure (ZFE-m à l'intérieur du périmètre délimité par l'autoroute A86) une baisse respective de 1,6% et 5,5% de l'ensemble des recours aux urgences pour asthme. Ces bénéfices en matière de baisse du nombre de recours au soin prennent en compte la baisse des risques d'exacerbation, mais aussi les exacerbations (liées ou non à la pollution de l'air) non survenues du fait de l'évitement des cas d'asthme quantifiés précédemment.

Tableau 3

### Pourcentage de cas évitables au sein du périmètre de restriction et en dehors, grâce aux 4 scénarios de mise en œuvre d'une ZFE-m étudiés

% de réduction	Zone d'étude	ZFE-m <sub>Paris</sub> 1	ZFE-m <sub>élargie</sub> 1	ZFE-m <sub>Paris</sub> 2	ZFE-m <sub>élargie</sub> 2
		Niveau restriction 1 (7% des km*)		Niveau restriction 2 (20% des km**)	
Pourcentage de naissances à terme de faible poids [min-max]	Intra ZFE-m	2,4% [0-4,7]	4,6% [0-9,1]	4,2% [0-8,2]	7,7% [0-15]
	Hors ZFE-m	0,8% [0-1,7]	1,3% [0-2,7]	1,5% [0-3,1]	2,5% [0;6,8]
Pourcentage de nouveaux cas d'asthme chez les 0-17 ans [min-max]	Intra ZFE-m	1,5% [0,4-2,6]	3% [0,7-5,2]	2,5% [0,6-4,4]	4,8% [1,2-8,2]
	Hors ZFE-m	0,5% [0,1-0,9]	0,1% [0,9-0,8]	0,9% [0,8-0,3]	0,8% [0,3-1,4]
Pourcentage de recours aux urgences pour asthme chez les 0-17 ans [min-max]	Intra ZFE-m	1,6% [0,3-2,9]	3,5% [0,7-6,2]	2,7% [0,6-4,9]	5,5% [1,2-9,8]
	Hors ZFE-m	0,6% [0,1-1,1]	1% [0,2-1,8]	1,1% [0,2-2]	1,8% [0,4-3,2]

\* 7% des kilomètres parcourus par les véhicules interdits en circulation.

\*\* 20% des kilomètres parcourus par les véhicules interdits en circulation.

ZFE-m : zone à faibles émissions mobilité.

## Discussion

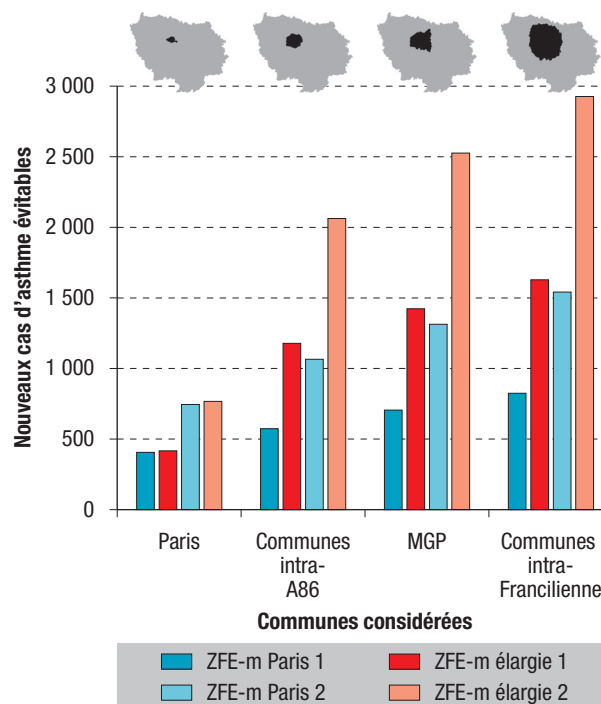
Les pourcentages les plus importants apparaissent au sein de périmètre de la ZFE-m du fait de gains de concentration plus marqués. Toutefois, les résultats montrent également que les populations résidant en dehors bénéficieraient aussi d'une amélioration de leur santé. Alors que les restrictions de circulation peuvent également s'appliquer à des populations résidant hors périmètre (celles qui travaillent dans le cœur de l'agglomération notamment), ces résultats sont importants à mentionner pour favoriser l'acceptabilité de la mesure par ces derniers.

Par ailleurs, si cette mesure a pour vocation à améliorer les niveaux chroniques de pollution, elle entraîne mécaniquement une baisse des niveaux quotidiens de pollution de fond. Or, les variations journalières de ces niveaux sont responsables d'aggravation des symptômes de pathologies chroniques. À court terme, elles se traduisent notamment par des recours aux soins, recours aux urgences ou hospitalisations par exemple. Cette évaluation a également permis de quantifier pour partie les bénéfices à court terme de ces réductions.

Enfin, ces résultats, comme illustrés par la figure 2, montrent l'influence du choix du périmètre de la ZFE-m et du niveau de restriction des véhicules sur l'amplitude des bénéfices sanitaires. Ainsi, l'élargissement du périmètre de la ZFE-m à l'A86, de même que le renforcement du niveau de restriction (qui augmente le nombre de véhicules concernés), à périmètre égal, amplifieraient le bénéfice sanitaire. Ce bénéfice attendu du fait de l'élargissement du périmètre de la ZFE à l'intérieur de l'A86 pour le premier niveau de restriction (ZFE-m<sub>élargie</sub> 1) serait du même ordre de grandeur (sauf à Paris) que celui attendu pour le deuxième niveau de restriction de la ZFE-m parisienne (ZFE-m<sub>Paris</sub> 2). Ainsi, ces résultats illustrent l'importance équivalente de ces deux paramètres en regard du bénéfice total, mais avec des scénarios « périmètre élargi » favorables à une meilleure répartition des bénéfices (4,7 millions de personnes impactées vs 2,1).

Figure 2

### Nombre de cas évitables selon le scénario de mise en œuvre de la ZFE-m étudié et la zone géographique considérée



ZFE-m : zone à faibles émissions mobilité ; A86 : autoroute A86. MGP : métropole du Grand Paris.

ZFE-m<sub>Paris</sub> 1 : ZFE dans Paris avec interdiction des véhicules non classés, Crit'air 5 et 4 au 1<sup>er</sup> juillet 2018.

ZFE-m<sub>Paris</sub> 2 : ZFE dans Paris, avec interdiction des véhicules non classés, Crit'air 5, 4 et 3 au 1<sup>er</sup> juillet 2019.

ZFE-m<sub>élargie</sub> 1 : ZFE à l'intérieur de l'A86, avec interdiction des véhicules non classés, Crit'air 5 et 4 au 1<sup>er</sup> juillet 2018.

ZFE-m<sub>élargie</sub> 2 : ZFE à l'intérieur de l'A86, avec interdiction des véhicules non classés, Crit'air 5, 4 et 3 au 1<sup>er</sup> juillet 2019.

## Conclusion

L'exposition aux polluants de l'air, et en particulier à ceux liés au trafic routier, est responsable d'un large éventail d'effets sanitaires, en particulier dans la population sensible des enfants considérée

dans cette étude. L'une des raisons de cette sensibilité tient d'une part, au fait qu'ils sont plus exposés. En effet, ils respirent plus rapidement que les adultes, ainsi la quantité d'air inhalé, donc de polluants, par unité de poids corporel est plus grande. L'autre raison tient à l'immaturation de leurs organes. Leurs poumons sont encore au stade du développement et la pollution de l'air peut perturber ce processus biologique. La pollution de l'air endommage les fonctions pulmonaires des enfants, même à des taux d'exposition faibles. Ainsi, il apparaît clairement qu'une exposition à la pollution de l'air ambiant augmente le risque d'asthme chez l'enfant et que l'inhalation de polluants aggrave l'asthme pendant l'enfance<sup>9,10</sup>. De plus, ils ont une capacité plus faible de métabolisation, de détoxification et d'élimination des substances toxiques présentes dans l'air pollué. Leur cerveau se développe encore et les substances neurotoxiques présentes dans l'air pollué peuvent nuire à leur développement cognitif<sup>11</sup>. Par ailleurs, les études montrent que lorsque les femmes enceintes sont exposées à un air pollué, elles risquent davantage d'accoucher prématurément, et de donner naissance à des nouveau-nés de faible poids<sup>12,13</sup>. Un faible poids de naissance est associé à d'autres problèmes de santé dans l'enfance tels que retards moteurs ou intellectuels de développement.

Les pourcentages de réduction estimés dans cette étude montrent que la mise en œuvre d'une ZFE-m dans l'agglomération parisienne représente un levier d'action pour la prévention des pathologies de l'enfant, notamment pour le scénario le plus ambitieux. À titre de comparaison, une méta-analyse de neuf études a estimé que les politiques de lutte anti-tabac basées sur un ensemble de mesures telles que préconisées par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), avaient permis une baisse immédiate de 2,8% des naissances à terme de faible poids<sup>14</sup>.

Cette évaluation n'illustre qu'une partie des bénéfices escomptés, mais permet d'objectiver l'impact attendu de la mise en œuvre du dispositif en matière de protection de la santé des enfants et vise à mieux informer les décideurs et les populations concernées. L'analyse conduite considère une mise en œuvre du dispositif idéale, l'impact réel de la mesure en matière de comportements étant difficile à prévoir. Il est attendu que le non-respect de la restriction, ne serait-ce que par une fraction de la population concernée, ou un décalage dans le temps de la mise en œuvre amoindrissent l'effet de la mesure. La mise en œuvre réelle du dispositif correspond actuellement au scénario ZFE-m au périmètre élargi et au niveau de restriction le plus faible (ZFE-m<sub>élargie</sub> 1), avec une entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 2021, soit deux années plus tard que le scénario étudié. Par ailleurs, même s'il est prévu d'être renforcé (avec des niveaux de restrictions supplémentaires et la mise en œuvre effective de moyens de contrôle), ce dispositif ne peut constituer

à lui seul une solution à l'enjeu de santé publique. La reconquête de la qualité de l'air doit s'inscrire dans le cadre de plans d'actions plus larges en matière de mobilités, mais aussi touchant d'autres secteurs (résidentiel/tertiaire, agricole, industriel...). ■

### Liens d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt au regard du contenu de l'article.

### Références

- [1] Organisation mondiale de la Santé. Pollution de l'air et santé de l'enfant : prescrire un air sain. Résumé. Genève: OMS; 2018. 32 p. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275547/WHO-CED-PHE-18.01-fre.pdf>
- [2] Host S, Saunal A, Cardot T, Ghersi V, Joly F. Mortalité attribuable à la pollution atmosphérique en Île-de-France. Quelle évolution depuis dix ans et quels bénéfices d'une amélioration de la qualité de l'air dans les territoires? Bull Epidemiol Hebd 2022;(19-20):326-35. [http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2022/19-20/2022\\_19-20\\_1.html](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2022/19-20/2022_19-20_1.html)
- [3] Berhane K, Chang CC, McConnell R, Gauderman WJ, Avol E, Rapaport E, et al. Association of changes in air quality with bronchitic symptoms in children in California, 1993-2012. JAMA. 2016;315(14):1491-501.
- [4] Ademe. Zones à faibles émissions (low emission zones) à travers l'Europe. Déploiement, retours d'expériences, évaluation d'impacts et efficacité du système. Mise à jour 2020 de l'état de l'art. Angers: Ademe; 2020. [https://alliancequaliteair.fr/wp-content/uploads/2021/07/2020.12\\_ADEME\\_Les-ZFEm-a-travers-l\\_Europe.pdf](https://alliancequaliteair.fr/wp-content/uploads/2021/07/2020.12_ADEME_Les-ZFEm-a-travers-l_Europe.pdf)
- [5] Blanchard M, Host S, Medina S. Guide pour la réalisation d'une évaluation quantitative des impacts sur la santé (EQIS). EQIS d'une intervention. Saint-Maurice: Santé publique France; 2019. 104 p. <https://www.santepubliquefrance.fr/de-terminants-de-sante/pollution-et-sante/air/documents/guide/pollution-atmospherique.-guide-pour-la-realisation-d-une-evaluation-quantitative-des-impacts-sur-la-sante-eqis.-eqis-d-une-intervention>
- [6] Airparif. Zones à basses émissions dans l'agglomération parisienne. Étude prospective : évaluation des impacts sur les émissions du trafic routier, la qualité de l'air et l'exposition des populations. Paris: Airparif; 2018. 86 p. [https://www.airparif.asso.fr/sites/default/files/pdf/Rapport\\_ZBE\\_2016-2019\\_070518.pdf](https://www.airparif.asso.fr/sites/default/files/pdf/Rapport_ZBE_2016-2019_070518.pdf)
- [7] Pedersen M, Giorgis-Allemand L, Bernard C, Aguilera I, Andersen AM, Ballester F, et al. Ambient air pollution and low birthweight: A European cohort study (Escape). Lancet Respir Med. 2013;1(9):695-704.
- [8] Host S, Saunal A, Honoré C, Joly F, Le Tertre A, Medina S. Bénéfices sanitaires attendus d'une zone à faibles émissions : évaluation quantitative d'impact sanitaire prospective pour l'agglomération parisienne. Paris: Observatoire régional de santé Île-de-France; 2018. 106 p. <https://www.ors-idf.org/nos-travaux/publications/benefices-sanitaires-attendus-dune-zone-a-faible-emissions/>
- [9] Khreis H, Kelly C, Tate J, Parslow R, Lucas K, Nieuwenhuijsen M. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. Environ Int. 2017;100:1-31.
- [10] Bettiol A, Gelain E, Milanese E, Asta F, Rusconi F. The first 1000 days of life: Traffic-related air pollution and development of wheezing and asthma in childhood. A systematic review of birth cohort studies. Environ Health. 2021;20(1):46.

[11] Yi C, Wang Q, Qu Y, Niu J, Oliver BG, Chen H. In-utero exposure to air pollution and early-life neural development and cognition. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2022;238:113589.

[12] Li C, Yang M, Zhu Z, Sun S, Zhang Q, Cao J, *et al.* Maternal exposure to air pollution and the risk of low birth weight: A meta-analysis of cohort studies. *Environ Res.* 2020; 190:109970.

[13] Ju L, Li C, Yang M, Sun S, Zhang Q, Cao J, *et al.* Maternal air pollution exposure increases the risk of preterm birth: Evidence from the meta-analysis of cohort studies. *Environ Res.* 2021;202:111654.

[14] Faber T, Kumar A, Mackenbach JP, Millett C, Basu S, Sheikh A, *et al.* Effect of tobacco control policies on perinatal and child health: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Public Health.* 2017;2(9):e420–37.

#### Citer cet article

Host S, Saunal A, Joly F. Bénéfices attendus de la mise en œuvre d'une zone à faibles émissions mobilité sur la santé des enfants : cas de l'agglomération parisienne. *Bull Epidémiol Hebd.* 2022;(19-20):354-60. [http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2022/19-20/2022\\_19-20\\_5.html](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2022/19-20/2022_19-20_5.html)