



# BÉNÉFICES SANITAIRES ATTENDUS D'UNE ZONE À FAIBLES ÉMISSIONS MÉTROPOLITAINE

## ÉVALUATION QUANTITATIVE D'IMPACT SANITAIRE DE TROIS SCÉNARIOS

L'exposition aux polluants de l'air, et en particulier à ceux émis par le trafic routier, est responsable de la survenue et aggravation d'un large éventail de pathologies, pouvant conduire *in fine* au décès. Après plus de 20 ans de planification en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, malgré une baisse continue des concentrations de polluants, cette problématique reste un enjeu important de santé publique au sein de la Métropole du Grand Paris.

Afin de lutter contre les émissions du trafic routier, contributeur majeur à la pollution locale, la Métropole du Grand Paris a coordonné la mise en place sur son territoire, depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2019, d'une zone dite « à faibles émissions », mesure qui vise à accélérer le renouvellement des véhicules les plus anciens et les plus émetteurs de polluants au sein d'un périmètre géographique donné.

L'ORS a accompagné la Métropole du Grand Paris lors de la phase de dimensionnement de la première étape de la mesure qui se veut progressive. Ce Focus santé présente les bénéfices sanitaires attendus de trois hypothèses d'entrée en vigueur (trois niveaux de restriction). Il précise également la méthode et les données utilisées.

Auteur : Sabine Host

Directrice de publication : Isabelle Grémy

## SOMMAIRE

- 2 Introduction
- 3 Comment estimer les bénéfices sanitaires ?
- 6 Bénéfices attendus selon les scénarios
- 9 Répartition des bénéfices et équité sociale
- 11 Une estimation non exhaustive des bénéfices, à mettre en perspective
- 13 Conclusion et perspectives
- 15 Références

# 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. Un nombre croissant d'études pointent également des impacts sur la reproduction, sur le développement de l'enfant, sur les maladies endocriniennes ou encore neurologiques. Cela se traduit par une augmentation de la mortalité, une baisse de l'espérance de vie et un recours accru aux soins. 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. Il a été estimé que l'exposition chronique à la pollution de l'air au sein de la Métropole du Grand Paris était responsable annuellement de l'ordre 6 600 décès (Pascal *et al.*, 2016a).

Parmi les nombreux émetteurs de polluants atmosphériques, le trafic routier constitue une source particulièrement préoccupante du fait de l'intensité et de la nature des émissions ainsi que de l'urbanisation dense à proximité des voies à grande circulation.

Afin de lutter contre les émissions du trafic routier, contributeur majeur à la pollution locale, plus de 230 agglomérations dans treize pays européens, ont instauré des zones à faibles émissions (ZFE). 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, tout récemment adoptée (27 novembre 2019), 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 – voir encadré 1), modalités horaires et journalières.

Afin d'accompagner le dimensionnement de tels dispositifs, l'ORS Île-de-France, en partenariat avec Airparif et Santé publique France, a développé une méthode de quantification des bénéfices sanitaires attendus de la mise en œuvre d'une telle zone à Paris et sur un périmètre élargi à l'A86 (Host *et al.*, 2018). Une première évaluation a montré que la mise en œuvre d'une ZFE produirait des bénéfices sanitaires en matière de décès et pathologies chroniques et a souligné la pertinence d'adopter un périmètre élargi. En effet, par rapport à une ZFE uniquement parisienne, une ZFE élargie permettrait d'amplifier les gains sanitaires. Ces derniers bénéficieraient à une plus large population ce qui, de plus, favoriserait une plus grande équité sociale.

Ce travail a donné lieu à l'élaboration d'un guide pratique (Blanchard *et al.*, 2019) pour la réalisation de telles évaluations. Cette méthode peut donc être généralisée et appliquée à d'autres scénarios. A l'aube de la mise en place d'une ZFE métropolitaine, trois hypothèses de démarrage de la mesure à l'horizon mi-2019 avaient été définies. Pour accompagner le dimensionnement de cette mesure, l'ORS Île-de-France a ainsi quantifié les bénéfices attendus de la mise en œuvre d'une ZFE selon ces trois scénarios correspondant à trois niveaux de restriction. Ces bénéfices ont été estimés à partir de l'évaluation des impacts sur la qualité de l'air réalisée par Airparif (Airparif, 2019). Cette quantification porte uniquement pour la première année et sur un nombre réduit d'indicateurs sanitaires du fait de la disponibilité des informations nécessaires. D'autres bénéfices, notamment en matière de survenue de cancers du poumon ou de broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), pourraient être attendus. Cette estimation fournit toutefois des ordres de grandeur et permet de comparer les scénarios entre eux.

# Comment estimer les bénéfices sanitaires ? Méthode et données nécessaires

## Principe méthodologique

Cette évaluation repose sur la méthode d'évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS) telle que préconisée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et déjà appliquée en France (OMS, 2016 ; Pascal *et al.*, 2016b). Ces EQIS se fondent sur l'existence d'un lien causal établi entre l'exposition et l'effet sanitaire étudié. Elles s'appuient sur des relations concentration-réponse (C-R) estimées dans les études épidémiologiques et appliquées aux données sanitaires et environnementales relatives au territoire concerné par la mise en œuvre du dispositif (voir figure 1).

Ainsi, les relations C-R les plus pertinentes ont été sélectionnées à partir d'une revue des études épidémiologiques européennes les plus récentes. Ces relations mises en regard de la fréquence des effets sanitaires étudiés et des baisses attendues des niveaux de NO<sub>2</sub> estimées par Airparif, ont permis d'évaluer les nombres de cas évitables (Airparif, 2019). Ces éléments sont détaillés dans un précédent rapport (Host *et al.*, 2018).

## Scénarios étudiés

La mise en œuvre des ZFE s'appuie sur les certificats qualité de l'air (Arrêté du 21 juin 2016) ou vignettes Crit'Air (voir encadré 1 ci-contre).

Pour chaque scénario de ZFE, l'estimation des impacts est faite par comparaison à un scénario de référence dit « fil de l'eau », correspondant à la situation future si la mesure de restriction de circulation telle que définie n'est pas mise en œuvre. Ce scénario « fil de l'eau » intègre l'interdiction des véhicules non classés et Crit'Air 5 dans Paris intra-muros (mesure entrée en vigueur depuis juillet 2017).

Les trois scénarios de mise en œuvre d'une ZFE sur le périmètre de l'intra-A86 au 1<sup>er</sup> juillet 2019 suivants ont été étudiés :

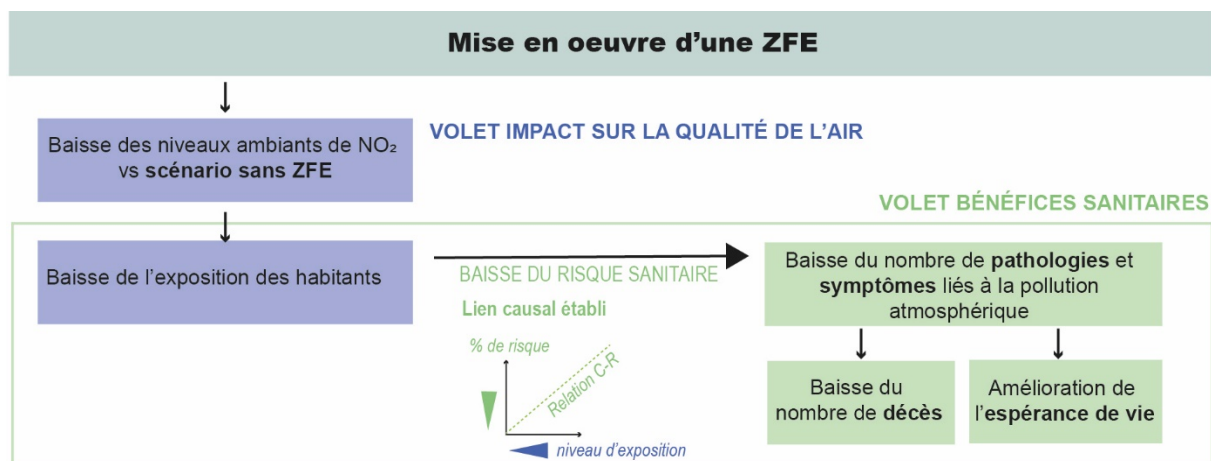
- Scénario A : Interdiction des véhicules Crit'Air 5 et non classés ;
- Scénario B : Interdiction des véhicules Crit'Air 5/ non classés et Crit'Air 4 ;
- Scénario C : Interdiction des véhicules Crit'Air 5/ non classés, Crit'Air 4 et Crit'Air 3.

### Encadré 1 : Principe des vignettes Crit'Air

Les certificats qualité de l'air sont des documents sécurisés permettant de classer les véhicules en fonction de leurs émissions polluantes. Matérialisés par une vignette, ils doivent être apposés sur le pare-brise du véhicule pour pouvoir circuler à l'intérieur de la ZFE. Il existe six catégories de vignettes dites « Crit'Air » : des véhicules peu polluants aux très polluants. Les « non classés » sont les véhicules les plus anciens (première immatriculation avant 1997) qui ne disposent pas d'une vignette Crit'Air et n'entrent donc pas dans la classification. La vignette Crit'Air, valable toute la durée de vie du véhicule, est délivrée à partir des informations figurant sur la carte grise (motorisation, âge du véhicule...). Tous les véhicules routiers sont concernés : deux roues, trois roues, quadricycles, voitures, utilitaires, poids lourds, bus et autocars.



Fig. 1 - Principe de l'évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS)



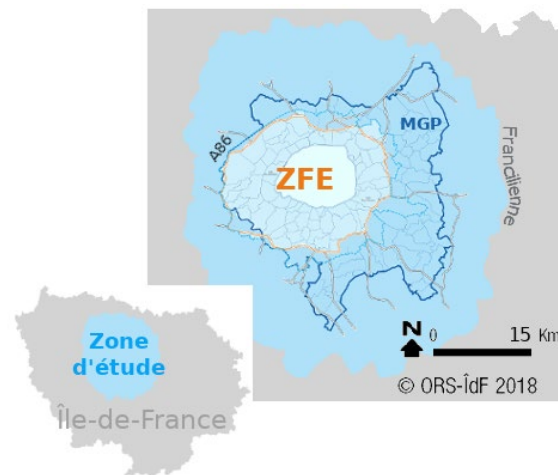
## Zone d'étude et caractéristiques de la population

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<sup>1</sup> (figure 2).

Cette zone, bien plus large que le périmètre de la ZFE, représente environ 80 % de la population d'Île-de-France.

Les effectifs de population des ménages pour chaque catégorie d'âges sont présentés dans le tableau 1 pour les différents périmètres étudiés.

Fig. 2 – Zone d'étude et périmètre de la ZFE



## Effets sanitaires et impact observés dans la population

Les bénéfices sanitaires potentiels concernent les décès évités, les cas de faibles poids de naissance à terme, la survenue de nouveaux cas de cardiopathies ischémiques chez les adultes, de nouveaux cas d'asthme chez les enfants ainsi que le recours aux soins en lien avec ces pathologies (hospitalisations et recours aux urgences évités) (Tableau 2). Pour rappel, ces indicateurs ont été retenus sur la base des recommandations du rapport HRAPIE (Health Risks of Air Pollution in Europe) de l'OMS (OMS, 2013) et des études épidémiologiques plus récentes établissant un lien de nature causale entre exposition à la pollution atmosphérique et effets sur la santé.

L'exposition à la pollution de l'air favorise le développement d'un large éventail de pathologies dont seules quelques-unes ont été étudiées.

Le nombre de cas de pathologies et de décès recensés annuellement dans la zone d'étude (contours de la Francilienne) et leur fréquence dans la population, nécessaires aux calculs, sont présentés ci-contre (tableau 3). Les taux de survenue de pathologies estimés pour l'année 2016, ainsi que le taux de mortalité moyen estimé pour 2011-2013 ont été considérés comme constants sur la période d'étude. Ainsi, les mêmes taux ont été appliqués pour l'estimation en 2019.

## Polluant indicateur et estimation de la population exposée

L'intervention évaluée concernant le trafic routier, les estimations des bénéfices sanitaires potentiels attendus présentées ici 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 d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) avec 73 % des émissions parisiennes (2014). La ZFE permet également de diminuer les niveaux de particules. Des bénéfices supplémentaires attribuables à la baisse des concentrations de PM<sub>2,5</sub> seraient également attendus. Ils n'ont pas été estimés ici car les effets des deux polluants ne sont pas complètement indépendants et il est difficile d'estimer les parts respectives.

Les effectifs de population soumis aux modifications de niveaux ont été estimés grâce à un croisement des données géo-référencées de pollution et de population. Les données de population ont été obtenues à partir du recensement de la population de l'Insee (RP, 2012) et ventilées au bâtiment sur la base des informations de la BD TOPO® (IGN, 2011) et du mode d'occupation des sols (source : IAU Île-de-France, 2012). Afin de tenir compte des évolutions démographiques entre 2012 et 2019, des pourcentages d'évolution ont été appliqués à ces données afin d'avoir une estimation de la population résidente à l'échéance de chaque scénario (source : Insee, exploitation Institut Paris Region).

<sup>1</sup> Grand contournement de Paris constitué d'un ensemble d'autoroutes et de voies rapides

**Tab. 1. Population des ménages et taux par sous-catégorie d'âge pour chaque sous-périmètre**

Périmètre	Tous âges	<1 an		[0-17] ans		≥ 30 ans		[40-74] ans	
		Eff.	Taux	Eff.	Taux	Eff.	Taux	Eff.	Taux
Paris	2 193 008	23 740	1,1 %	376 283	17 %	1 364 650	62 %	840 266	38 %
Intra-A86 (hors Paris)	2 598 769	38 495	1,5 %	598 083	23 %	1 568 187	60 %	975 959	38 %
Métropole du Grand Paris* (hors intra-A86)	2 053 114	31 924	1,6 %	521 520	25 %	1 190 223	58 %	767 951	37 %
Francilienne (hors Métropole)	2 564 215	37 418	1,5 %	648 270	25 %	1 513 722	59 %	978 499	38 %
<b>TOTAL</b>	<b>9 409 106</b>	<b>131 578</b>	<b>1,4 %</b>	<b>2 144 156</b>	<b>23 %</b>	<b>5 636 781</b>	<b>60 %</b>	<b>3 562 675</b>	<b>38 %</b>

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

Sources : Insee RP 2012, exploitation ORS IdF

**Tab. 2 : Indicateurs sanitaires étudiés et sources de données**

Effets sanitaires	Catégorie d'âges	Indicateurs	
		Risques chroniques (effets à long terme)	Exacerbations (effets à court terme)
Mortalité	30 ans et plus	Survenue de décès non accidentels (source : CepiDC/Inserm, exploitation ORS IdF) Gains d'espérance de vie	-
Périnatalité	Naissances	Naissances vivantes (>37 SA) de faible poids (<2500 g) (source : PMSI, exploitation Périnat-ARD-IDF)	-
Cardiopathies ischémiques <sup>2</sup>	40-74 ans	Survenue de nouveaux cas (source : PMSI, exploitation Santé publique France)	Hospitalisation pour cardiopathie ischémique (source : PMSI, exploitation Santé publique France)
Asthme	0-17 ans	Survenue de nouveaux cas de mise sous traitement antiasthmatique (source : Sniiram, exploitation Santé Publique France)	Recours aux urgences pour asthme (source : Oscour®, exploitation Cire IdF)

**Tab. 3 : Nombre de cas annuels recensés dans la zone d'étude (contours de la Francilienne) et taux bruts dans la population**

Indicateurs sanitaires	Population de la zone d'étude	Nombre* de cas annuels sur la zone d'étude (% de cas / population de la zone)
Décès non accidentels (≥30 ans)	5 718 509 (effectif 30 ans et plus)	54 400 (0,95 %)
Naissances vivantes (>37 SA) de faible poids	146 388 (effectif naissances)	3 850 (2,63 %)
Nouveaux cas de cardiopathies ischémiques (40-74 ans)	3 716 721 (effectif 40-74 ans)	6 860 (0,18 %)
Hospitalisations pour cardiopathies ischémiques (40-74 ans)	3 716 721 (effectif 40-74 ans)	15 770 (0,42 %)
Nouveaux cas de mise sous traitement antiasthmatique (0-17 ans)	2 214 666 (effectif 0-17 ans)	100 440 (4,54 %)
Recours aux urgences pour asthme (0-17 ans)	2 214 666 (effectif 0-17 ans)	20 580 (0,93 %)

\* année de référence : 2011-2012-2013 pour la mortalité, 2016 pour les autres indicateurs

<sup>2</sup> Souvent appelées maladies coronariennes, les cardiopathies ischémiques recouvrent un ensemble de troubles dus à l'insuffisance des apports en oxygène au muscle cardiaque (myocarde) du fait de l'occlusion des artères coronaires plus ou moins complète et plus ou moins brutale.

# Bénéfices sanitaires potentiels attendus selon les scénarios étudiés

L'analyse conduite ici 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 amoindrisse l'effet de la mesure.

Hors considération de l'effectivité de la mise en œuvre, l'estimation des bénéfices sanitaires attendus est entourée d'incertitudes, intrinsèques à chaque variable utilisée pour le calcul et propres aux hypothèses retenues. Ces incertitudes sont discutées en détail dans un précédent rapport (Host *et al.*, 2018).

Les nombres de cas estimés ont été arrondis à la dizaine la plus proche. L'intervalle de confiance (entre crochets), correspond à l'intervalle de confiance à 95 % qui encadre la relation C-R. Cet intervalle donne uniquement la « marge d'incertitude » autour du risque. Il n'intègre pas par exemple les incertitudes sur la détermination des concentrations ou autres variables utilisées pour le calcul.

La largeur de l'intervalle de confiance représente la « précision » de l'estimation de la relation C-R (plus l'intervalle est étroit, plus la précision est importante). Dans le cadre de notre étude, il a été retenu des risques pour lesquels l'incertitude était large. Dans ce cas, les résultats de calcul d'impact pour la borne inférieure ont été tronqués à zéro.

## Bénéfices attendus en matière de réduction de la mortalité et de baisse des maladies chroniques

Le nombre annuel de décès potentiellement évitables chez les 30 ans et plus, du fait de la mise en œuvre de la ZFE selon les trois scénarios étudiés est présenté dans le tableau 4 pour la zone d'étude et détaillé par sous-zone. De même, sont présentés les pourcentages de baisse que cela représente par rapport au nombre total de cas rencontrés dans la population.

Des bénéfices sont attendus également pour les populations résidant en dehors du périmètre de la ZFE.

L'évaluation montre des bénéfices en matière de baisse des nombres de décès quel que soit le scénario considéré. En effet, toute amélioration de la qualité de l'air est bénéfique pour la santé. Le nombre de décès potentiellement évitables pourrait atteindre 280 pour le scénario le plus performant. L'interdiction d'un niveau Crit'Air supplémentaire (qui augmente le nombre de véhicules concernés) renforcerait les bénéfices. Ces résultats montrent aussi que des bénéfices sanitaires seraient attendus également pour les populations résidant hors du périmètre de l'A86. Cela représenterait entre 10 et 60 cas additionnels pour ces populations. Les gains relatifs, traduits en pourcentages de baisse, resteraient toutefois plus importants pour les populations résidant à l'intérieur du périmètre de restriction.

Tab. 4. Nombre annuel de décès potentiellement évitables chez les 30 ans et plus, pourcentages de baisse et années de vie gagnées selon les scénarios étudiés

Zone d'étude et sous-zones		Scénarios A	Scénarios B	Scénarios C
Communes intra-Franciliennes	Décès	20 [0;60]	80 [0;240]	280 [0;810]
	%	<0,1 % [0;0,1]	0,1 % [0;0,4]	0,5 % [0;1,5]
	Années de vie gagnées	7 050 [0;19 140]	27 070 [0;78 510]	92 270 [0;270 790]
Métropole du Grand Paris*	Décès	20 [0;50]	70 [0;210]	250 [0;730]
	%	<0,1 % [0;0,1]	0,2 % [0;0,5]	0,6 % [0;1,8]
	Années de vie gagnées	5 240 [0;15 500]	23 410 [0;69 420]	82 980 [0;245 020]
Communes intra-A86	Décès	10 [0;40]	60 [0;180]	220 [0;650]
	%	<0,1 % [0;0,1]	0,2 % [0;0,6]	0,8 % [0;2,2]
	Années de vie gagnées	4 120 [0;12 240]	19 980 [0;59 260]	72 460 [0;213 870]

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

Le nombre annuel de nouveaux cas de cardiopathie ischémique potentiellement évitables chez les 40-74 ans est présentés dans le tableau 5.

Le nombre de cas de cardiopathie ischémique pourrait être réduit de 10 pour le scénario A jusqu'à 100 pour le scénario C, le plus performant. Ces résultats peuvent apparaître faibles mais en pourcentage de baisse, cela représente une diminution plus importante que celle estimée pour les décès, jusqu'à 1,4 % contre 0,5 %. Ces pourcentages atteignent 2,2 % pour les populations résidant à l'intérieur du périmètre de restriction. Comme pour la mortalité, ces résultats montrent que les bénéfices sanitaires s'étendraient au-delà périmètre de la ZFE.

Le tableau 6 présente les bénéfices attendus en matière de réduction de l'asthme chez les enfants pour les trois scénarios et périmètres étudiés.

Les résultats concernant l'asthme apparaissent relativement importants par rapport aux autres indicateurs étudiés. Ils reflètent la fréquence importante de cette pathologie chronique dans la population et le poids de l'exposition à la pollution de l'air dans la survenue de l'asthme chez l'enfant, population particulièrement sensible. Ainsi, le nombre de cas évitables s'échelonnerait entre 190 pour le scénario A et 2 360 pour le scénario le plus performant, soit une baisse respective de 0,2 et 2,4 % de l'ensemble des nouveaux cas de mise sous traitement antiasthmatique. Ce pourcentage atteindrait 4 % pour les populations résidant à l'intérieur du périmètre de restriction.

Le tableau 7 présente les bénéfices attendus en matière de réduction du nombre de naissances (à terme) de faible poids selon les trois scénarios et périmètres étudiés.

La baisse, jusqu'à 4%, des nouveaux cas d'asthme chez les jeunes, illustre les bénéfices attendus particulièrement marqués chez les enfants.

Le nombre de nouveaux cas potentiellement évités s'échelonnerait entre 10 pour le scénario A, et 140 pour le scénario le plus performant, ce qui représenterait une baisse respectivement égale à 0,3 % et 4 % de l'ensemble des naissances de faible poids. Pour ce dernier scénario, ce pourcentage atteindrait 6,4 % pour la population résidant à l'intérieur du périmètre de la ZFE. Ceci illustre l'ampleur de l'impact de la pollution de l'air sur la maturation du fœtus et rappelle à quel point la période de gestation représente une fenêtre critique d'exposition, avec des conséquences ultérieures sur la santé de ses enfants et futurs adultes. En effet, les enfants de faible poids de naissance sont plus à risque de développer une pathologie respiratoire et, d'une manière générale, d'avoir une moins bonne santé à l'âge adulte (Gluckman *et al.*, 2008 ; Veras *et al.*, 2017).

Tab. 5. Nombre annuel de nouveaux cas de cardiopathie ischémique potentiellement évitables chez les 40-74 ans et pourcentages de baisse selon les scénarios étudiés

Bénéfices total et par sous-périmètres		Scénarios		
		A	B	C
Total	Cas	10 [0;20]	30 [0;80]	100 [0;260]
	%	0,1 % [0;0,3]	0,4 % [0;1,1]	1,4 % [0;3,7]
Métropole du Grand Paris *	Cas	10 [0;20]	30 [0;70]	90 [0;230]
	%	0,1 % [0;0,3]	0,5 % [0;1,3]	1,8 % [0;4,6]
Périmètre ZFE	Cas	<10 [0;10]	20 [0;60]	80 [0;200]
	%	0,1 % [0;0,3]	0,6 % [0;1,6]	2,2 % [0;5,7]

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

Tab. 6. Nombre annuel de nouveaux cas d'asthme potentiellement évitables chez les 0- 17 ans et pourcentages de baisse selon les scénarios étudiés

Bénéfices total et par sous-péri-mètres		Scénarios		
		A	B	C
Total	Cas	190 [50;330]	710 [180;1 250]	2 360 [590;4 110]
	%	0,2 % [0;0,3]	0,7 % [0,2;1,3]	2,4 % [0,6;4,2]
Métropole du Grand Paris *	Cas	160 [40;280]	620 [150;1 080]	2070 [520;3 590]
	%	0,2 % [0,1;0,4]	0,9 % [0,2;1,6]	3,0 % [0,8;5,2]
Péri-mètre ZFE	Cas	120 [30; 210]	500 [120;880]	1720 [430;2 980]
	%	0,3 % [0,1;0,5]	1,1 % [0,3;2]	4,0 % [1,6;8]

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

Tab. 7. Nombre annuel de naissances (à terme) de faible poids potentiellement évitables et pourcentages de baisse selon les scénarios étudiés

Bénéfices total et par sous-périmètres		Scénarios		
		A	B	C
Total	Cas	10 [0;20]	40 [0;80]	140 [0;270]
	%	0,3 % [0;0,6]	1,2 % [0;2,4]	4 % [0;7,9]
Métropole du Grand Paris *	Cas	10 [0;20]	40 [0;70]	120 [0;240]
	%	0,4 % [0;0,7]	1,5 % [0;3]	5 % [0;9,8]
Périmètre ZFE	Cas	10 [0;10]	30 [0;60]	100 [0;200]
	%	0,4 % [0;0,9]	1,9 % [0;3,7]	6,4 % [0;12,5]

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

## Bénéfices attendus en matière de baisse des hospitalisations et recours aux urgences

Les expositions à la pollution de l'air aggravent les symptômes de pathologies chroniques. A court terme, elles se traduisent notamment par des recours aux soins, recours aux urgences ou hospitalisations par exemple. Une amélioration des niveaux chroniques de pollution entraîne mécaniquement une baisse des niveaux quotidiens de pollution de fond. Or ce sont ces variations journalières qui sont en partie responsables de ces aggravations. Cette évaluation a permis également de quantifier ces impacts à court terme.

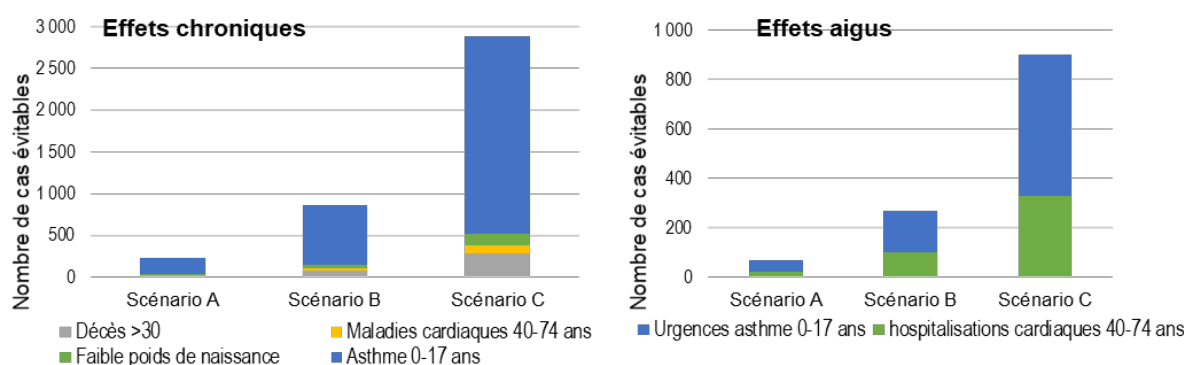
Les bénéfices en matière d'hospitalisations pour cardiopathie ischémique potentiellement évitables chez les 40-74 ans sont présentés dans le tableau 8. Le nombre de cas estimé s'échelonnerait entre 20, et 330, avec des pourcentages de réduction respectifs de 0,1 % et de 2,1 % de l'ensemble des hospitalisations pour cette pathologie. Ce pourcentage atteindrait 3,1 % au sein de la ZFE.

Les bénéfices en matière de recours aux urgences pour asthme chez les 0-17 ans potentiellement évitables sont présentés dans le tableau 9. Le nombre de cas estimé s'échelonnerait entre 50 pour le scénario A et 570 pour le scénario C, représentant une baisse respective de 0,2 % et 2,7 % de l'ensemble des recours aux urgences pour asthme.

Agir sur les niveaux chroniques permet aussi de réduire les effets à court terme.

Ces bénéfices en matière de baisse du nombre de recours au soin sont la résultante de la baisse des risques de l'exposition à la pollution de l'air à court et à long terme. En effet, ces cas évités correspondent d'une part à la baisse du nombre de cas de pathologies chroniques liée à la mise en œuvre du dispositif et, d'autre part, à la diminution de l'exacerbation des symptômes de ces pathologies, en lien avec une baisse des expositions à court terme.

Fig. 3. Bénéfices sanitaires annuels attendus pour la population appartenant à la zone d'étude (périmètre intra-Francilienne) selon les scénarios étudiés



Tab. 8. Nombre annuel d'hospitalisations pour cardiopathie ischémique potentiellement évitables chez les 40-74 ans et pourcentages de baisse selon les scénarios étudiés

Bénéfices total et par sous-périmètres		Scénarios		
		A	B	C
Total	Cas	20 [0;50]	100 [20;220]	330 [60;740]
	%	0,1 % [0;0,3]	0,6 % [0,1;1,3]	2,1 % [0,4;4,6]
Métropole du Grand Paris *	Cas	20 [0;40]	90 [10;190]	300 [50;670]
	%	0,2 % [0;0,4]	0,7 % [0,1;1,6]	2,5 % [0,4;5,6]
Périmètre ZFE	Cas	20 [0;30]	70 [10;170]	260 [50;580]
	%	0,2 % [0;0,4]	0,9 % [0,2;2]	3,1 % [0,5;6,9]

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

Tab. 9 Nombre annuel de recours aux urgences pour asthme chez les 0-17 ans potentiellement évitables et pourcentages de baisse selon les scénarios étudiés

Bénéfices total et par sous-périmètres		Scénarios		
		A	B	C
Total	Cas	50 [10;90]	170 [40;320]	570 [110;1 030]
	%	0,2 % [0;0,4]	0,8 % [0,2;1,5]	2,7 % [0,5;5]
Métropole du Grand Paris *	Cas	40 [10;70]	150 [30;280]	500 [100;900]
	%	0,3 % [0,1;0,5]	1 % [0,2;1,9]	3,4 % [0,7;6,2]
Périmètre ZFE	Cas	30 [10;60]	120 [30;220]	410 [80;740]
	%	0,3 % [0,1;0,7]	1,3 % [0,3;2,5]	4,6 % [0,9;8,3]

\* inclut aussi les deux communes du 78 situées à l'intérieur de l'A86 (78 640 et 78 686)

Ces résultats illustrent qu'une action sur les expositions chroniques a également une incidence sur les manifestations des effets de la pollution de l'air à court terme, avec des baisses attendues non négligeables, jusqu'à 4,6 % au sein de la ZFE pour le scénario le plus performant.

Le graphique ci-dessous (figure 3) résume l'ensemble des bénéfices attendus selon les trois scénarios étudiés, en matière d'effets chroniques et aigus.



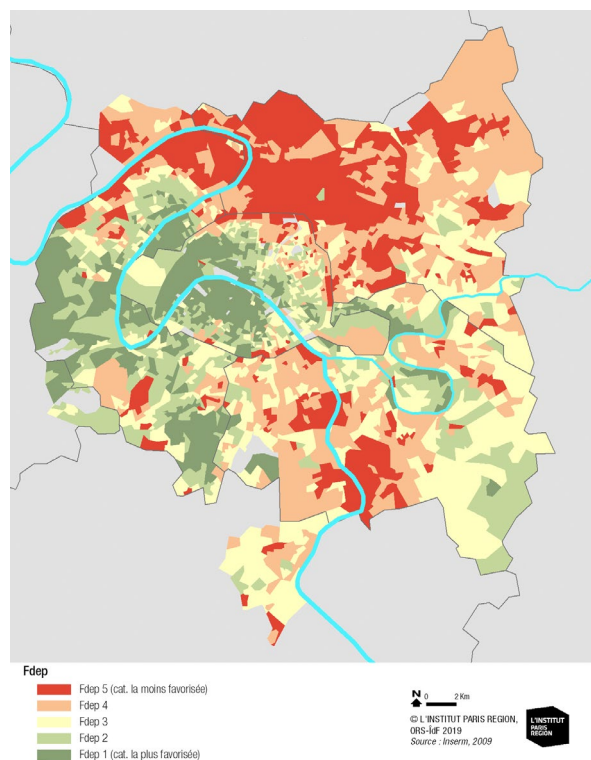
# Répartition des bénéfices sanitaires et équité sociale

## Géographie de la défaveur sociale

Le statut socio-économique est généralement approché au travers de trois domaines principaux : le niveau d'instruction, la situation professionnelle et les revenus (Haut Conseil de la santé publique, 2013). Il existe de nombreux indicateurs construits à partir de ces dimensions et exprimés à un certain niveau géographique. Pour cette analyse, l'indice de défaveur sociale appelé Fdep a été retenu. Développé dans le contexte français et construit en utilisant les données disponibles à l'échelle des îlots regroupés pour l'information statistique (Iris)<sup>3</sup>, ce dernier est disponible sur l'ensemble du territoire (Rey *et al.*, 2009) et sert couramment de référence dans les études épidémiologiques.

La population a été répartie dans cinq catégories de niveau socio-économique. Chaque catégorie comporte un cinquième de la population de la Métropole du Grand Paris<sup>4</sup>. La répartition socio-économique des Iris au sein de la Métropole est représentée sous forme cartographique (voir figure 4).

Fig. 4. Niveau de défaveur sociale (Fdep) à l'IRIS au sein de la Métropole du Grand Paris



## Répartition des bénéfices sanitaires entre les différents groupes socio-économiques

Cette analyse vise à comparer l'amplitude des effets du dispositif au sein de populations de différents niveaux socio-économiques. L'analyse a été restreinte au périmètre de la Métropole du Grand Paris (incluant les deux communes du 78 intra-A86) et a porté sur les deux indicateurs sanitaires suivants :

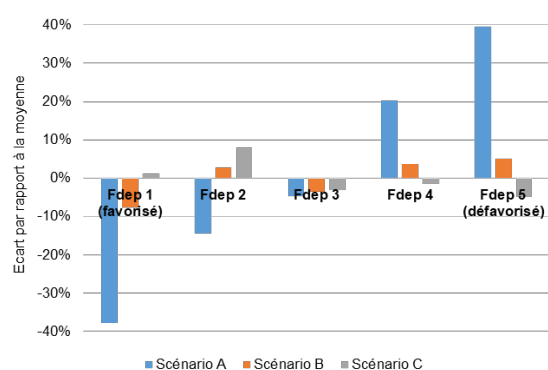
- gain d'espérance de vie ;
- nouveaux cas d'asthme chez les enfants

Le nombre d'années de vie gagnées pour les habitants de 30 ans et plus selon le niveau de défaveur sociale est présenté sur la figure 5.

Le choix d'un périmètre large de ZFE comparé à un périmètre restreint à Paris favorise l'équité sociale.

Cette distribution montre des écarts variables entre catégories selon le scénario. Cela reflète des gradients d'amélioration de la qualité de l'air différents selon le scénario, en lien avec la composition du parc routier variable géographiquement.

Fig. 5 : Pourcentages d'écart à la moyenne du nombre attendu d'années de vie gagnées chez les plus de 30 ans selon le niveau de défaveur sociale pour les trois scénarios au sein de la Métropole du Grand Paris



<sup>3</sup> Sources : recensement de la population de 1999 (Insee) et données de déclarations d'impôt (disponibles uniquement pour les communes de plus de 50 ménages) de 2001 (Insee-DGI)

<sup>4</sup> Les quintiles de la distribution de l'indice au sein de la population ont été utilisés pour définir ces classes.

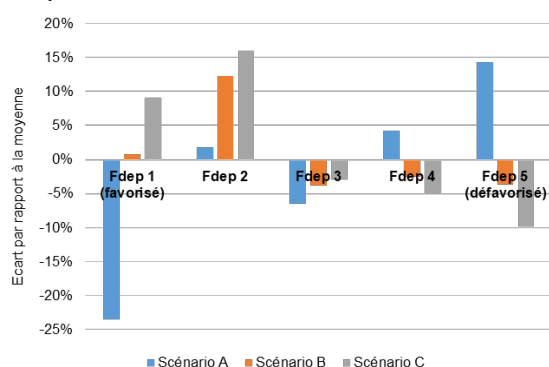
Par exemple, pour le scénario A, les Parisiens ne bénéficient d'aucune amélioration de la qualité de l'air, étant donné que pour le scénario de référence, l'interdiction des véhicules non classés et Crit'Air 5 est déjà entrée en vigueur. Ainsi, ce scénario bénéficie particulièrement aux catégories les moins favorisées, résidant majoritairement en dehors de Paris. Pour le scénario B, ces écarts sont moins importants, le bénéfice étant légèrement supérieur pour les catégories les moins favorisées. Dans le cas du scénario C, le bénéfice est, à l'inverse, légèrement supérieur pour les catégories les plus favorisées. Cette répartition montre une distribution des bénéfices plutôt équilibrée, les écarts entre catégories demeurant faibles. Par ailleurs, la précédente évaluation avait montré que l'élargissement du périmètre de la ZFE à l'A86 comparé à une ZFE uniquement parisienne permettait de réduire ces écarts (Host *et al.*, 2018).

Les écarts entre catégories apparaissent faibles et dénotent une distribution des bénéfices plutôt équilibrée.

Le nombre de cas d'asthme évités chez les 17 ans et moins attendus selon le niveau de défaveur sociale est présenté sur la figure 6.

Comme pour les gains d'années de vie, le scénario A est très favorable en matière de bénéfice pour la catégorie la moins favorisée (+ 15 % de gains pour la catégorie la moins favorisée). Pour les deux autres scénarios, les écarts sont moins importants et les bénéfices apparaissent en pourcentage plus importants pour les catégories le plus favorisée.

Fig. 6 : Pourcentages d'écart à la moyenne du nombre attendu de cas d'asthme évitables chez les moins de 17 ans selon le niveau de défaveur sociale pour trois scénarios au sein de la Métropole du Grand Paris



Grille de lecture : Fdep 1 représente la catégorie la plus favorisée et Fdep 5 la moins favorisée

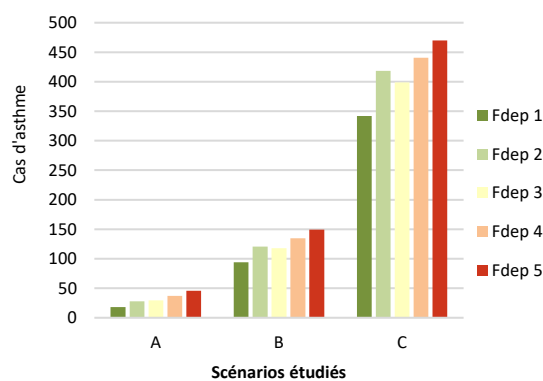
Ces écarts sont à mettre en perspective avec les nombres de cas absolus qui sont alors plus importants pour les catégories les moins favorisées (figure 7) du fait d'un nombre de jeunes au sein de la Métropole du Grand Paris (hors Paris) nettement plus important qu'à Paris et d'un taux brut de nouveaux cas d'asthme dans cette population également plus important. Autrement dit, la population à risque étant en moyenne plus importante au sein des populations défavorisées, les bénéfices attendus sont plus importants.

A noter que les relations C-R utilisées pour le calcul sont les mêmes quelle que soit la catégorie de population considérée (tous niveaux de défaveur sociale confondus). Or, de nombreux travaux montrent un risque plus élevé pour les catégories les moins favorisées (Deguen *et al.*, 2010). Les gains estimés pour les populations défavorisées sont donc ici probablement sous-estimés.

## Des enjeux socio-économiques non investigués

L'ensemble de ces bénéfices sanitaires serait à mettre en perspective avec les autres impacts attendus du dispositif, non évalués dans le cadre de ce travail. Une analyse coûts-bénéfices de l'impact de la mise en œuvre du dispositif permettrait de mettre en perspective les bénéfices directs et indirects pour la santé et la société, et les impacts socio-économiques induits, liés notamment aux coûts du renouvellement des véhicules et des éventuelles contraintes de déplacement, pour les particuliers et les acteurs économiques.

Fig. 7 : Nombre attendu de cas d'asthme évitables chez les moins de 17 ans selon le niveau de défaveur sociale pour différents scénarios au sein de la Métropole du Grand Paris



Grille de lecture : Fdep 1 représente la catégorie la plus favorisée (en vert foncé) et Fdep 5 la moins favorisée (en rouge)

# Une estimation non exhaustive des bénéfices, à mettre en perspective avec l'enjeu sanitaire global

## Des bénéfices non évalués

Cette évaluation porte sur un choix restreint d'indicateurs sanitaires. Ils ont été sélectionnés pour illustrer les bénéfices attendus au sein de différentes catégories socioéconomiques de population en tenant compte simultanément du niveau de certitude concernant le lien de causalité entre l'exposition et la pathologie, et de la disponibilité des indicateurs sanitaires qui est déterminante dans ce choix.

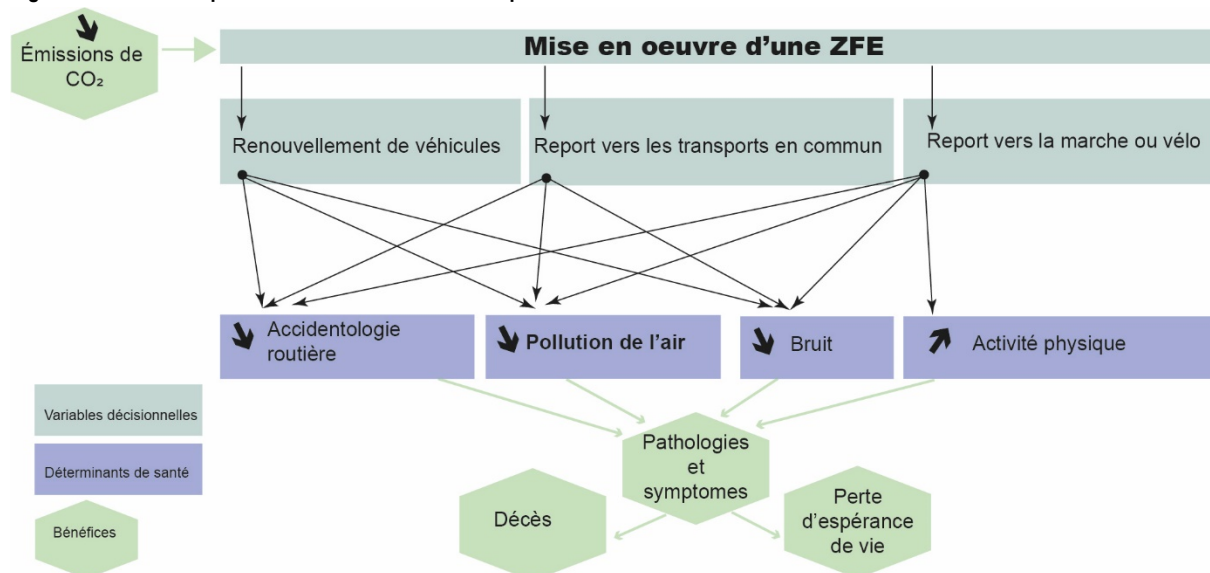
L'asthme et les pathologies cardiovasculaires figurent parmi les maladies chroniques plus répandues mais la ZFE permettrait d'en réduire aussi beaucoup d'autres.

Par ailleurs, l'asthme et les pathologies cardiovasculaires (dont les cardiopathies ischémiques aiguës étudiées ici) sont des maladies chroniques parmi les plus répandues. De plus, pour l'asthme chez les enfants, la prévalence est en augmentation ces dernières années (Delmas *et al.*, 2017). Les naissances de faibles poids reflètent un enjeu sanitaire lié à une population particulièrement vulnérable avec des répercussions importantes sur le long terme pour cette génération.

Néanmoins, d'autres bénéfices auraient pu être quantifiés si un plus large spectre de pathologies en lien avéré ou suspecté avec la pollution avait été considéré ainsi que leur incidence sur la consommation de soins et le bien-être. En effet, la mise en œuvre de ce dispositif permettrait également d'éviter des nouveaux cas de pathologies cardio-vasculaires autres que la cardiopathie ischémique, de naissances prématurées, de troubles du développement de l'enfant, de cancers du poumon, de broncho-pneumopathies chroniques obstructives, de maladies neurodégénératives, de diabètes... et toutes leurs implications en matière de consultations médicales, de recours aux urgences, d'admissions hospitalières, d'arrêts de travail, de consommation de médicaments...

Par ailleurs, seuls les bénéfices sanitaires liés à la diminution de l'exposition aux polluants atmosphériques ont été évalués, or la mise en œuvre de ce dispositif est susceptible d'agir sur d'autres déterminants de santé, tels que l'activité physique, l'exposition au bruit... qui n'ont pas été examinés ici. Le schéma suivant résume les principaux modes d'action du dispositif sur les déterminants de santé (figure 8).

Fig. 8. Schéma conceptuel des modes d'action du dispositif sur les déterminants de santé et leurs bénéfices



Source : adaptation d'après Rojas-Rueda (Rojas-Rueda *et al.*, 2012)

## Temporalité et persistance des effets sanitaires

Dans le cas des effets chroniques, les bénéfices ont été estimés pour une année. Toutefois la baisse effective du nombre de cas n'est immédiate que pour une partie de ces cas estimés. En effet, les relations concentration-réponse utilisées pour le calcul sont établies pour des expositions intervenant sur au moins une décennie (en particulier pour la mortalité et la survenue de cardiopathies ischémiques). Ainsi ce bénéfice, calculé pour la première année de la mesure, correspond au bénéfice distribué en réalité sur plusieurs années. Il s'agit bien toutefois du bénéfice attribuable à la baisse de concentration enregistrée la première année. Par ailleurs, tant que l'effet « accélération du renouvellement du parc » prime sur le renouvellement tendanciel, des bénéfices supplémentaires sont par ailleurs attendus les années suivantes. En effet, cette anticipation du renouvellement tendanciel devrait se traduire par la persistance d'une baisse annuelle de l'exposition par rapport au scénario « fil de l'eau » les années suivantes, ce qui permettrait d'éviter des cas supplémentaires. Ces cas évitables attendus chaque année sont cumulables.

Les bénéfices de la ZFE, estimés uniquement pour une année, devraient perdurer les quelques années suivantes et se cumuler.

Dans le cas des exacerbations, les bénéfices attendus s'appliquent dès la première année. La baisse des niveaux chroniques entraîne mécaniquement une baisse des niveaux quotidiens et une diminution du risque sanitaire se traduisant par une baisse immédiate des recours aux urgences et des hospitalisations. Cette baisse se cumule avec celle des recours évités du fait des cas de pathologies chroniques non survenus grâce à la diminution des niveaux de pollution chroniques liée à la ZFE. Ces re-

cours évités ont été estimés uniquement pour la première année, or ils devraient perdurer les années suivantes (par définition, les pathologies chroniques se traduisent par des exacerbations au long court).

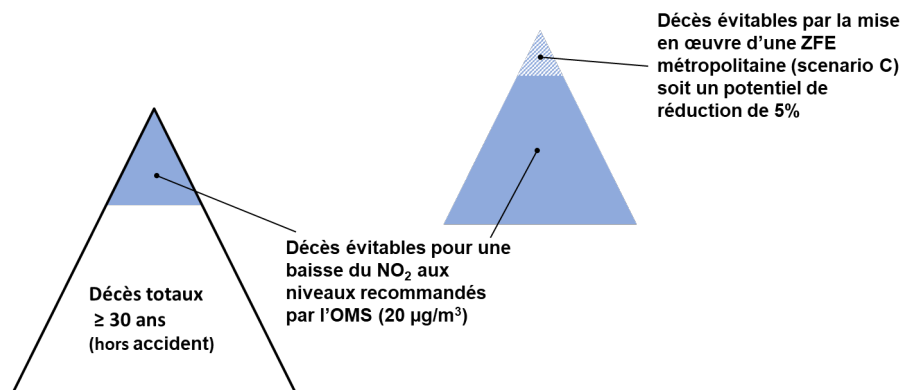
Les baisses de concentration les années suivantes n'ayant pas été estimées, les bénéfices sanitaires (cas additionnels de pathologies chroniques et de recours aux soins évités) n'ont pas pu être quantifiés. Même si cette baisse est moindre les années suivantes, les bénéfices cumulés restent toutefois largement sous-estimés dans le cadre de cette étude focalisée uniquement sur l'impact la première année.

## Mise en perspective avec les enjeux sanitaires globaux de la pollution de l'air

Les pourcentages de baisse relatifs aux décès totaux peuvent laisser penser que les bénéfices sanitaires de la mise en œuvre de la ZFE sont relativement faibles (au mieux une baisse de 0,5 %), mais il convient de repositionner ces bénéfices par rapport à l'enjeu sanitaire global de la pollution atmosphérique au sein de la zone étudiée. Ceci a été fait en estimant le nombre de décès potentiellement évitables si en 2019, l'ensemble des habitants étaient exposés à des niveaux de NO<sub>2</sub> ne dépassant pas la valeur recommandée pour le NO<sub>2</sub> par l'OMS, soit 20 µg/m<sup>3</sup>. Ainsi, le nombre de décès évitables grâce à la ZFE, rapporté seulement aux décès évitables si les recommandations OMS étaient respectées, et non plus à l'ensemble des décès enregistrés sur la zone, pour le scénario le plus favorable, représenterait une baisse de l'ordre de 5 % (figure 9).

Cette mise en perspective montre que le chemin qu'il reste à parcourir pour minimiser les risques sanitaires de la pollution atmosphérique en Île-de-France est encore important. Cela souligne la nécessité de conjuguer les efforts et d'activer d'autres leviers d'action que ceux basés sur l'amélioration technologique du parc automobile.

Fig. 9 : Parts relatives des décès totaux (non accidentels) et des décès attribuables à la pollution de l'air, mise en perspective avec les bénéfices attendus de la ZFE en matière de décès pour le scénario C



Grille de lecture : surfaces des pyramides proportionnelles aux nombres de décès

# Conclusion et perspectives

Cette évaluation indique que la mise en place de la ZFE métropolitaine produirait des bénéfices sanitaires aussi bien en termes de décès que de pathologies chroniques et d'exacerbations de symptômes de ces pathologies, et ce quel que soit le scénario considéré (figure 3 p. 8).

Ces résultats n'illustrent qu'une partie des bénéfices attendus. L'exposition aux polluants de l'air, et en particulier à ceux liés au trafic routier, est responsable de la survenue ou aggravation d'un large éventail de pathologies dont seules quelques-unes ont été prises en compte. Il s'agit donc d'une estimation basse des bénéfices sanitaires attendus, d'autant plus que les bénéfices, estimés uniquement pour la première année, seraient susceptibles de se prolonger dans le temps tant que perdure l'effet « accélérateur du renouvellement du parc » du dispositif. Au-delà de cette considération, l'effet sur les exacerbations serait susceptible de perdurer plusieurs années du fait des cas de pathologies chroniques définitivement évités. Ainsi, les nombres de recours aux urgences et aux hospitalisations évités, cumulés sur plusieurs années, seraient plus importants.

Toutefois, ces résultats permettent d'objectiver l'impact attendu de la mise en œuvre du dispositif en matière de protection de la santé des populations et visent à mieux informer les décideurs et les populations concernées. Les enjeux sanitaires relatifs aux indicateurs considérés sont particulièrement importants. En effet, l'asthme et les pathologies cardiovasculaires (dont les cardiopathies ischémiques aiguës étudiées ici) sont des maladies chroniques parmi les plus répandues. Pour l'asthme chez les enfants, la prévalence est, de plus, en augmentation. Les naissances de faible poids reflètent quant à elles, un enjeu sanitaire lié à une population particulièrement vulnérable ayant des répercussions importantes sur la santé à l'âge adulte.

Les pourcentages de réduction estimés dans cette étude montrent que la mise en œuvre de ce dispositif, selon le scénario considéré, peut représenter un levier d'action pour la prévention des pathologies considérées. Ces bénéfices sont plus marqués chez les enfants. Le scénario A aurait un impact relativement limité en matière de bénéfices sanitaires. Pour les scénarios B et C, les bénéfices sont sensiblement plus élevés. Ils peuvent atteindre jusqu'à 4 % de baisse de l'ensemble des naissances de faible poids pour le scénario C. A 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'OMS avaient permis une baisse immédiate de 2,8 % des naissances à terme de faible poids (Faber *et al.*, 2017).

Ces résultats montrent également que les populations résidant au-delà du périmètre de la ZFE bénéficieraient aussi d'une amélioration de leur santé. Les restrictions de circulation ne s'appliquent pas seulement aux populations résidant à l'intérieur de la ZFE mais aussi aux populations résidant en dehors et devant se rendre quotidiennement dans le cœur de l'agglomération, ainsi ce résultat est important à souligner. Comme attendu, du fait de gains de concentration plus élevés, ces bénéfices sont plus prononcés pour les populations résidant à l'intérieur du périmètre de la zone à faibles émissions. Les pourcentages de baisse du nombre de cas de pathologie pourraient aller jusqu'à 2,2 % pour les maladies cardiaques chez les 40-74 ans, 4 % pour l'asthme chez les enfants et 6,4 % pour les naissances de faible poids. Par ailleurs, l'analyse de la distribution des bénéfices sanitaires en fonction du niveau de défaveur sociale des populations montre une répartition plutôt équilibrée des bénéfices. Comme mis en évidence dans une précédente analyse, cette équité sociale est favorisée par le choix d'un périmètre large de ZFE comparé à un périmètre restreint à Paris.

Cette évaluation souligne que 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...).

Juillet 2019 a acté le lancement d'une ZFE métropolitaine. La Métropole du Grand Paris a opté pour une mise en œuvre progressive dont le scénario A, étudié ici, constitue la première étape.

# Références

- Airparif. Zones à basses émissions dans l'agglomération parisienne. Etude prospective - évaluation des impacts sur les émissions du trafic routier, la qualité de l'air et l'exposition des populations. Paris (France), Airparif: 86 p. 2018
- Airparif. Zone à faibles émissions dans la Métropole du grand Paris. Etude prospective. Évaluation des impacts sur les émissions du trafic routier, la qualité de l'air et l'exposition des populations d'une restriction de circulation des véhicules dans le périmètre intra A86. 2019  
(en ligne : [https://www.airparif.asso.fr/\\_pdf/publications/Rapport\\_ZFE\\_MGP\\_intraA86\\_20190523.pdf](https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/Rapport_ZFE_MGP_intraA86_20190523.pdf))
- Blanchard M, Host S, Medina S. Guide pour la réalisation d'une évaluation quantitative des impacts sur la santé (EQIS). EQIS d'une intervention. Santé publique France, 2019 : 96 p.  
(en ligne : <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/pollution-atmospherique.-guide-pour-la-realisation-d-une-evaluation-quantitative-des-impacts-sur-la-sante-eqis.-eqis-d-une-intervention>)
- Deguen, S. and D. Zmirou-Navier. "Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality--A European review." *European journal of public health* 20: 27-35. 2010
- Delmas, M. C., N. Guignon, B. Leynaert, M. Moisy, *et al.* "[Increase in asthma prevalence among young children in France]." *Rev Mal Respir* 34(5): 525-534. 2017
- Faber, T., A. Kumar, J. P. Mackenbach, C. Millett, *et al.* "Effect of tobacco control policies on perinatal and child health: a systematic review and meta-analysis." *The Lancet Public Health* 2(9): e420-e437. 2017
- Gluckman, P. D., M. A. Hanson, C. Cooper and K. L. Thornburg. "Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease." *N Engl J Med* 359(1): 61-73. 2008
- Haut Conseil de la Santé Publique. "Indicateurs de suivi de l'évolution des inégalités sociales de santé dans les systèmes d'information en santé." Paris: La Documentation Française, Collection avis et rapports. 2013
- Host, S., A. Saunal, C. Honoré, F. Joly, *et al.* 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: 106. 2018  
(en ligne : [www.ors-idf.org/nos-travaux/publications/benefices-sanitaires-attendus-dune-zone-a-faible-emissions.html](http://www.ors-idf.org/nos-travaux/publications/benefices-sanitaires-attendus-dune-zone-a-faible-emissions.html))
- OMS. Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, World Health Organization: 107 p. 2011
- OMS. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, World Health Organization Europe: 60 p. 2013
- OMS. Health risk assessment of air pollution. General principles, OMS Europe: 30 p. 2016
- Pascal, M., P. de Crouy Chanel, M. Corso, S. Medina, *et al.* 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. Saint-Maurice, Santé publique France: 158. 2016a
- Pascal, M., P. de Crouy Chanel, V. Wagner, M. Corso, *et al.* "The mortality impacts of fine particles in France." *Sci Total Environ* 571: 416-425. 2016b
- Rey, G., E. Jouglu, A. Fouillet and D. Hemon. "Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997 - 2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death." *BMC Public Health* 9: 33. 2009
- Rojas-Rueda, D., A. de Nazelle, O. Teixido and M. J. Nieuwenhuijsen. "Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: a health impact assessment study." *Environ Int* 49: 100-109. 2012
- Veras, M. M., N. de Oliveira Alves, L. Fajersztajn and P. Saldiva. "Before the first breath: prenatal exposures to air pollution and lung development." *Cell Tissue Res* 367(3): 445-455. 2017

## **BÉNÉFICES SANITAIRES ATTENDUS D'UNE ZONE À FAIBLES EMISSIONS MÉTROPOLITAINE ÉVALUATION QUANTITATIVE D'IMPACT SANITAIRE DE TROIS SCÉNARIOS**

### L'essentiel de l'étude

- Cette évaluation prospective innovante montre que la mise en œuvre de la ZFE produirait des bénéfices sanitaires en matière de décès et de pathologies chroniques, avec des bénéfices plus marqués chez les enfants quel que soit le scénario ;
- Plus le scénario concerne un nombre de véhicules importants, plus le bénéfice attendu est large, il s'échelonne ainsi entre 0,3% et 4% de baisse des nouveaux cas d'asthme chez l'enfant ;
- Cette évaluation montre aussi que les bénéfices s'étendraient au-delà du périmètre du dispositif ;
- L'analyse de la distribution des bénéfices sanitaires en fonction du niveau de défaveur sociale des populations montre une répartition plutôt équilibrée des bénéfices, cette équité sociale étant favorisée par le choix d'un périmètre large de ZFE comparé à un périmètre restreint à Paris ;
- La mise en perspective des bénéfices attendus de cette ZFE avec le fardeau global de la pollution atmosphérique rappelle que, pour faire face à cet enjeu de santé publique, ce dispositif ne peut constituer la solution unique et ne peut que s'inscrire dans le cadre de plans d'actions plus larges.

Nous remercions Airparif, Santé publique France ainsi que le réseau Périnat-ARS-IDF pour avoir fourni les données nécessaires à ces estimations.